

Chem.

288

n

Chem. 288ⁿ

Sonnenschein

ANLEITUNG
ZUR
CHEMISCHEN ANALYSE

VON

DR. F. L. SONNENSCHN,

PRIVATDOCENTEN AN DER KÖNIGLICHEN UNIVERSITÄT ZU BERLIN.

ZWEITE VERMEHRTE AUFLAGE.

BERLIN, 1855

DRUCK UND VERLAG VON ERNST KÜHN

LEIPZIGER STRASSE 33.

88.2.



EINLEITUNG.

Zweck der analytischen Chemie ist, durch systematische Anwendung chemischer Erfahrungen die verschiedenen Körper zu erkennen. Sie zerfällt in die qualitative und quantitative Analyse. Bei ersterer beschränkt sich das Erkennen auf die Natur der Körper, letztere stellt auch noch die Mengenverhältnisse fest.

Qualitative Analyse.

In den seltensten Fällen können die Körper an ihren äusseren Eigenschaften erkannt werden, meistens bedarf es hierzu einer nähern Untersuchung ihres chemischen Verhaltens im Allgemeinen und besonders auch noch gegen bestimmte Substanzen, die charakteristische Erscheinungen bei ihrer Einwirkung auf andere Körper hervorrufen. Diese Erscheinungen werden Reactionen und die Substanzen selbst, welche sie hervorbringen, Reagentien genannt.

Obgleich die analytische Chemie als Wissenschaft der neuesten Zeit angehört, so sind doch die ersten Anfänge analytischer Operationen in den frühesten Zeiten zu suchen.

Ursprung derselben war das zu allen Zeiten empfundene Bedürfniss, die in irgend einer Beziehung wichtigen Körper entweder auf ihre Reinheit zu prüfen, oder die in denselben enthaltenen Stoffe abzuscheiden. In dieser Beziehung ist besonders die Scheidung der edlen Metalle ¹⁾, die Untersuchung der Mineralwässer ²⁾, der in der Pharmacie, sowie in den verschiedenen Gewerben und Künsten angewandten Präparate ³⁾ zu erwähnen. Im Allgemeinen suchte man früher besonders das Verhalten der Körper bei erhöhter Temperatur zu erforschen, welche Verfahrungsweise Analyse auf trockenem Wege genannt wird und als deren höchste Entwicklung man die jetzige Anwendung des Löthrohrs ⁴⁾ betrachten kann. Später fing man auch an, das Ver-

1) Bei den Griechen wurde die Scheidung des Goldes vom Silber *ὀβρυζα* und das so geschiedene Gold *χρυσιον ὀβρυζον* genannt, woraus das lateinische Wort *obrusa* abgeleitet worden ist.

2) Die Mineralwässer wurden nach der Gewichtsvermehrung geschätzt, die ein in dieselben getauchtes Tuch nach dem Trocknen zeigte.

3) Eisenvitriol wurde nach Plinius im Grüenspahn durch die Schwärzung erkannt, welchen ein hineingetauchter mit Galläpfeldecocet getränkter Papierstreifen zeigte.

4) Andreas Cramer aus Quedlinburg (1710—1777), v. Svab aus Schweden (1738) und des letzteren Landsmann Cronstedt (1722—1765) theilen sich in die Ehre, dieses wichtige Hilfsmittel eingeführt zu haben.

halten der in der Auflösung befindlichen Körper gegen flüssige Reagentien zu untersuchen, wodurch die Analyse auf nassem Wege entstand, welche Bezeichnungsweise zuerst von Basilius Valentinus im 15. Jahrhundert gebraucht wurde. Mit den Fortschritten der allgemeinen Chemie vermehrten sich auch die Kenntnisse von den Reagentien. Tackenius¹⁾ zeigte das Verhalten der Gallustinctur gegen verschiedene Metalllösungen, Boyle²⁾, der in der Chemie zuerst das Wort Analysis gebrauchte, führte das salpetersaure Silberoxyd als Reagens auf Chlorverbindungen, Schwefelsäure auf Kalk, Ammoniak auf Kupfer, Schwefelammonium auf verschiedene Metalle ein. Marggraf³⁾ wandte zuerst Kaliumeiscyancyanür zur Erkennung des Eisenoxyds an. Bergmann⁴⁾, dem die Einführung vieler wichtiger neuer Reagentien, als Oxalsäure, Chlorbarium etc. verdankt wird, nutzte besonders durch eine wissenschaftlichere Ausbildung der Analyse auf nassem Wege, so dass Scheele,⁵⁾ vorzüglich durch Anwendung dieser Untersuchungsmethode, zu so zahlreichen Entdeckungen gelangte. Nach diesem sind noch Götting, Lampadius, Westrumb, Klapproth, Strohmeyer und Pfaff als Förderer der analytischen Chemie zu erwähnen, bis diese endlich durch Berzelius und viele noch lebende Chemiker auf den Höhepunkt gebracht wurde, den sie jetzt einnimmt.

1) Eigentlich Otto Tacke aus Westphalen im 17. Jahrhundert.

2) Geb. zu Lismore in Irland (1626—1691).

3) 1709—1780 in Berlin.

4) 1735—1784 in Schweden.

5) Geb. 1742 zu Stralsund, gestorben 1786 zu Koepping in Schweden.

I.

Zusammenstellung

der

characteristischen äusseren Eigenschaften der Körper¹⁾ und des Verhaltens derselben gegen die wichtigsten Reagentien.

A. Metalle.

Die Metalle werden vorzüglich durch das Verhalten ihrer löslichen Verbindungen gegen Schwefelwasserstoff unterschieden.

In dieser Beziehung können sie in 3 Hauptgruppen eingetheilt werden:

1. Metalle, die durch Schwefelwasserstoff aus den mit starken Säuren angesäuerten Lösungen gefällt werden;
2. Metalle, die nicht aus den durch starke Säuren angesäuerten, sondern nur aus alkalischen Lösungen durch Schwefelwasserstoff und aus neutralen durch Schwefelammonium fällbar sind;
3. Metalle, die weder durch Schwefelwasserstoff noch durch Schwefelammonium fällbar sind.

Zu der ersten Gruppe gehören Arsenik, Antimon, Gold, Platin, Zinn, Quecksilber, Blei, Silber, Wismuth, Kupfer und Cadmium. Sie zerfällt in zwei Unterabtheilungen:

- a) solche Metalle, deren Schwefelverbindungen sich wie Säuren verhalten und in Schwefelammonium löslich sind, wie Arsenik, Antimon, Gold, Platin, Zinn²⁾,
- b) solche, die dieses Verhalten gegen Schwefelammonium nicht zeigen; hierzu gehören die übrigen Metalle dieser Hauptgruppe.

Zu der zweiten Gruppe gehören: Zink, Nickel, Cobalt, Eisen, Mangan, Uran, Chrom, Aluminium. Sie zerfällt wieder in zwei Unterabtheilungen:

- a) umfasst diejenigen Metalle, welche als Schwefelverbindungen gefällt werden, wie Zink³⁾, Nickel, Cobalt, Eisen, Mangan und Uran,
- b) diejenigen, welche als Oxydhydrate gefällt werden, wie Chrom und Aluminium.

Die dritte Gruppe enthält die übrigen Metalle, als: Calcium, Baryum, Strontium, Magnesium, Natrium, Kalium, Ammonium⁴⁾.

¹⁾ Es werden hier nur diejenigen angeführt, welche in irgend einer Beziehung von allgemeinem Interesse sind.

²⁾ Dieses bezieht sich nur auf die höchste Schwefelungsstufe des Zinns.

³⁾ Zink bildet den Uebergang von der ersten Gruppe zur zweiten, indem Essigsäure auch im Ueberschuss zugesetzt die Fällung durch Schwefelwasserstoff nicht verhindert. Nickel und Cobalt zeichnen sich dadurch aus, dass verdünnte Säuren die Fällung durch Schwefelwasserstoff zwar verhindern, die einmal gefällten Schwefelmetalle aber nicht lösen.

⁴⁾ Letzteres, obgleich ein zusammengesetzter Körper, wird des Verhaltens seiner Verbindungen wegen zu den Metallen gerechnet.

Bei Einwirkung des Schwefelwasserstoffs auf ein Metallsalz der ersten Gruppe verbindet sich der Schwefel des Schwefelwasserstoffs mit dem Metall, indess der Sauerstoff des Oxyds oder der demselben entsprechende Körper an den Wasserstoff desselben tritt. ($\dot{R}, \dot{H} = \dot{R}, \dot{H} - \ddot{R}, 3\dot{H} = \ddot{R}, 3\dot{H} - R \in l^2, 2\dot{H} = \ddot{R}, 2\dot{H} \in l.$)

Die zu I. a. gehörigen Schwefelmetalle bilden mit dem Schwefelammonium ein lösliches Schwefelsalz¹⁾. Durch Zusatz einer Säure wird die Schwefelbasis unter Entwicklung von Schwefelwasserstoff zersetzt und hierdurch das seines Lösungsmittels beraubte Schwefelmetall gefällt. ($N\dot{H}^4 \ddot{R}, H\dot{Cl} = N\dot{H}^4 \in l, \dot{H}, \ddot{R}.$)

Gegen die zur Gruppe II. a. gehörigen Metalle verhält sich Schwefelammonium wie Schwefelwasserstoff zur Gruppe I., nur mit dem Unterschiede, dass die mit dem Metalloxyd verbundene Säure sich mit dem Ammonium des Schwefelammoniums zu einem entsprechenden Salz vereinigt.

Gegen die zur Gruppe II. b. gehörenden Metalllösungen verhält sich das Schwefelammonium unter Entwicklung von Schwefelwasserstoff wie reines Ammoniak. ($\ddot{A}l \ddot{S}^3, 3N\dot{H}^4, 6\dot{H} = \ddot{A}l \dot{H}^3, 3N\dot{H}^4 \ddot{S}, 3\dot{H}.$)

In folgender Zusammenstellung ist die Eintheilung der Metalle vorzüglich auf das oben angegebene Verhalten gegen Schwefelwasserstoff und Schwefelammonium begründet und dieselben in der Reihenfolge aufgeführt worden, in welcher sie nach dem später spezieller angegebenen Gang der Untersuchung aufgefunden werden.

Arsenik As. Stahlgrau, frisch dargestellt metallisch glänzend, an der Luft schwarz werdend, spröde, crystallinisch. Bei dunkler Glühhitze verflüchtigt es sich, ohne vorher zu schmelzen, unter Verbreitung eines knoblauchartigen Geruchs. Spec. Gew. 5,7—5,9. Bei gewöhnlicher Temperatur überzieht es sich beim Luftzutritt mit einer schwarzen Rinde (wahrscheinlich Arseniksuboxyd), beim Erhitzen unter denselben Verhältnissen, ebenso bei gleichzeitiger Einwirkung des Wassers und der Luft bildet sich arsenichte Säure. Es zersetzt das Wasser nicht, ist in Chlorwasserstoffsäure unlöslich, in Salpetersäure löslich; ist letztere verdünnt, unter Bildung von arsenichter Säure, ist dieselbe concentrirt, auch unter theilweiser Entstehung von Arseniksäure.

Arseniksuboxyd $\ddot{A}s$ (?). Braun, flüchtiger als Arsenik unter Entwicklung eines Knoblauchgeruchs.

Arsenichte Säure $\ddot{A}s$. Kommt in 2 Modificationen vor:

- 1) als durchscheinende glasige Masse, sp. G. 3,73, in 10,3 Th. kochendem Wasser zu einer das Lackmuspapier röthenden Flüssigkeit löslich. Beim Liegen an der Luft verwandelt sie sich allmählig in die 2. Modification;
- 2) als porcellanartige undurchsichtige Masse, sp. G. 3,69, in 8,7 kochendem Wasser löslich, bläut schwach geröthetes Lackmuspapier. Beim Erhitzen wird sie weich, verflüchtigt sich alsdann als geruch- und farbloses Gas,

¹⁾ Im Allgemeinen verhalten sich die zu I. gehörenden Schwefelmetalle gegen die Schwefelverbindungen der Alkali-Metalle gleich mit Ausnahme des Schwefelquecksilbers, welches in Schwefelammonium unlöslich, in Schwefelkalium aber löslich ist.

welches sich beim Erkalten zu farblosen durchsichtigen Octaëdern condensirt. Mit reducirenden Körpern wie Kohle, Cyankalium etc. erhitzt, wird sie zu Metall reducirt; geschieht dieses in einer an einem Ende zugeschmolzenen Glasröhre, so setzt sich an dem kälteren Theil derselben ein Spiegel von metallischem Arsenik ab, auf Kohle erhitzt, entwickelt sich der Arsenikgeruch. Die arsenichte Säure ist eine sehr schwache Säure, in Chlorwasserstoffsäure ist sie am löslichsten, mit Alkalien liefert sie lösliche, mit den Erden und den eigentlichen Metalloxyden unlösliche oder schwer lösliche Verbindungen.

In der Lösung eines arsenichtsauen Alkalis bringen hervor:

Kalklösungen einen weissen in Chlorwasserstoffsäure und Ammoniaksalzen löslichen Niederschlag;

Salpetersaures Silberoxyd einen hellgelben in Salpetersäure und in Ammoniak löslichen Niederschlag, der durch Kali in der Kälte gelb gefärbt, beim Kochen geschwärzt wird;

Goldchlorid auf Zusatz von Chlorwasserstoffsäure beim Kochen einen gelben Niederschlag von metallischem Gold $2 \text{ Au Cl}^3, 3 \ddot{\text{As}}, 6 \text{ H} = 4 \text{ Au}, 6 \text{ HCl}, 3 \ddot{\text{As}}$;

Schwefelsaures Kupferoxyd einen zeisiggrünen in Ammoniak und Kali mit blauer Farbe löslichen Niederschlag. Aus letzterer Lösung scheidet sich allmählig, beim Kochen rascher, rothes Kupferoxydul ab $4 \text{ Cu}, \ddot{\text{As}} = 2 \text{ Cu}, \ddot{\text{As}}$;

Uebermangansaares Kali eine braune Lösung, dieselbe wird entfärbt, wenn die arsenichte Säure frei gemacht wird;

Schwefelwasserstoff, aus einer angesäuerten Auflösung einen gelben Niederschlag, der in Schwefelammonium, in caustischen und in kohlensauren Alkalien löslich ist: $2 \ddot{\text{As}}, 4 \text{ NH}^4 = (3 \text{ NH}^4 + \ddot{\text{As}}), \text{NH}^4 \ddot{\text{As}}$ und aus dieser Lösung durch Zusatz von Säuren wieder gefällt wird $(3 \text{ NH}^4 + \ddot{\text{As}}), \text{NH}^4 \ddot{\text{As}}, 4 \text{ HCl} = 2 \ddot{\text{As}}, 4 \text{ NH}^4 \text{Cl}, 4 \text{ H}$.

In Chlorwasserstoffsäure ist dieser Niederschlag selbst beim Kochen unlöslich.

Arseniksäure $\ddot{\text{As}}$. Weisse undurchsichtige Masse, beim Erhitzen unter Sauerstoff-Entwicklung schmelzend, beim stärkeren Erhitzen verflüchtigt sich arsenichte Säure und Sauerstoff. Mit reducirenden Körpern erhitzt, verhält sie sich gleich der arsenichten Säure. Im Wasser löst sie sich langsam auf. An der Luft zieht sie Feuchtigkeit an und wird dann leicht löslich. Die Lösung röthet stark Lackmuspapier. In Chlorwasserstoffsäure ist dieselbe löslich. Nur mit den Alkalien bildet sie lösliche Salze.

In der Lösung eines arseniksauren Alkalis bringen hervor:

Kalklösungen einen weissen Niederschlag, der in verdünnter Chlorwasserstoffsäure und in Ammoniaksalzen löslich ist;

Schwefelsaure Magnesia für sich nur in concentrirten Lösungen einen Niederschlag, auf Zusatz von reinem oder kohlensaurem Ammoniak¹⁾, aber auch in äusserst verdünnten Lösungen beim Erwärmen einen crystallinischen Niederschlag von arseniksaurer Ammoniak-Magnesia $(\text{Mg}^2 \text{ NH}^4 + \ddot{\text{As}} + 12 \text{ H})$;

¹⁾ Es ist bequem, eine Ammoniak haltende Magnesiamixtur als Reagens auf Arseniksäure und Phosphorsäure (s. unten) vorrätzig zu halten. Dieselbe wird dargestellt, indem man zu einer Auflösung von schwefelsaurer Magnesia so viel Salmiak setzt, dass durch Ammoniak in derselben kein Niederschlag mehr entsteht.

Essigsaures Bleioxyd einen weissen in Salpetersäure löslichen, in Essigsäure unlöslichen Niederschlag;

Schwefelsaures Kupferoxyd einen blaugrünen in Säuren und in Ammoniak löslichen Niederschlag;

Salpetersaures Silberoxyd einen braunen, in Salpetersäure leicht, in Ammoniak schwer löslichen Niederschlag, wenn kein salpetersaures Ammoniak zugegen ist;

Schwefelwasserstoff in neutralen Auflösungen keinen, in sauren Lösungen nur beim Erwärmen bis 70° einen gelben Niederschlag von dem höchsten Schwefelarsenik ($\overset{''}{\text{As}}$), der in reinen und kohlen-sauren Alkalien löslich ist. Da derselbe sich erst nach längerer Zeit absetzt, so ist es zweckmässig in den Fällen, wo Arsenik-säure durch Schwefelwasserstoff gefällt werden soll, dieselbe zuerst durch Erwärmen mit schwefelichter Säure zu reduciren ($\overset{''}{\text{As}}, 2 \overset{''}{\text{S}} = \overset{''}{\text{As}}, 2 \overset{''}{\text{S}}$) und dann nachdem die überschüssige schwefelichte Säure verjagt worden, Schwefelwasserstoff anzuwenden.

Molybdänsaures Ammoniak, welches mit so viel Salpetersäure versetzt worden ist, dass die anfangs ausgeschiedene Molybdänsäure sich wieder löst, in der Kälte keine Veränderung, wird die angesäuerte Flüssigkeit aber gekocht, so entsteht auch in sehr verdünnten Lösungen ein gelber Niederschlag.¹⁾

Im Allgemeinen unterscheidet sich noch die Arseniksäure von der arsenichten Säure dadurch, dass sie auf andere leicht reducibare Körper (Au Cl^3 , $\overset{''}{\text{K}} \overset{''}{\text{Mn}}$ etc.) keine reducirende Wirkung ausübt.

Zink entwickelt bei Gegenwart von freier Schwefelsäure oder Chlorwasserstoffsäure aus allen in Chlorwasserstoffsäure löslichen Arsenikverbindungen Arsenikwasserstoff (As H^3). Dieses Gas verbrennt mit bläulich weisser Flamme; wird in diese eine Porcellanplatte gehalten, so setzt sich an derselben ein Arsenikspiegel ab. Dasselbe findet statt, wenn es durch eine glühende Glasröhre geleitet wird. In eine Auflösung von salpetersaurem Silberoxyd geleitet, erzeugt es einen schwarzen Niederschlag von metallischem Silber; in der davon abfiltrirten Flüssigkeit ist arsenichte Säure enthalten.

Antimon Sb. Weiss, glänzend von blätteriger Structur, spröde, bei 425° schmelzbar, erst bei der Weissglühhitze flüchtig, wenn kein Luftwechsel stattfindet. sp. Gew. 6,8. Beim Liegen an der Luft wird es matt und dunkler grau (Antimonsuboxyd $\overset{''}{\text{Sb}}$?), durch stärkeres Erhitzen beim Luftzutritt wird es zu Antimonoxyd $\overset{''}{\text{Sb}}$ oxydirt, welches sich verflüchtigt und an kältere Körper (auf Kohle oder in einem Glasrohr) als ein netzartiges Haufwerk von Crystallen absetzt. Es zersetzt das Wasser äusserst schwierig, ist in Chlorwasserstoffsäure fast unlöslich, in Königswasser löslich, durch Erwärmen mit Salpetersäure wird es in Oxyd umgewandelt.

Antimonoxyd $\overset{''}{\text{Sb}}$. Weisse Crystalle, beim Erhitzen gelb, bei schwacher Glühhitze zu einer gelblichen Flüssigkeit schmelzend, die beim Erkalten wieder crystallinisch erstarrt. Beim Luftausschluss erhitzt vollständig flüchtig, beim Luftzutritt entsteht nicht flüchtiges antimonsaures Antimonoxyd. Das Antimonoxyd ist leicht durch Erhitzen mit Kohle zu Metall reducirbar. Mit Schwefelantimon gemengt schmilzt es beim Erhitzen zusammen, ohne schwefelichte Säure zu entwickeln. Es ist in Wasser unlöslich, in Chlorwasserstoffsäure löslich.

¹⁾ Dieser Niederschlag enthält 7 Procent Arseniksäure. Durch Zink wird er nur reducirt, wenn er vorher in Ammoniak gelöst worden ist.

In einer Auflösung von Antimonoxyd in Chlorwasserstoffsäure bringen hervor:

Wasser eine milchichte Trübung durch Ausscheidung einer Verbindung von Antimonoxyd mit Antimonchlorür (Algarothpulver), durch Zusatz von Chlorwasserstoffsäure kann dieser Niederschlag wieder gelöst werden;

Kali ¹⁾ einen weissen voluminösen, in einem grossen Ueberschuss des Fällungsmittels löslichen Niederschlag;

Ammoniak wie Kali einen weissen voluminösen Niederschlag, der aber in einem Ueberschuss unlöslich ist;

Goldchlorid in der Kälte allmähig einen gelben Niederschlag von metallischem Gold und einen weissen Niederschlag von Antimonsäure. Durch Zusatz einer grossen Menge Chlorwasserstoffsäure kann die Abscheidung letzterer verhindert werden ($2 \text{ Au Cl}_3, 3 \ddot{\text{S}}\text{b}, 6 \text{ H} = 4 \text{ Au}, 3 \ddot{\text{S}}\text{b}, 6 \text{ HCl}$). Durch Kochen wird der Prozess beschleunigt;

Salpetersaures Silberoxyd in einer Auflösung von Antimonoxyd in Kali einen schwarzen, in Ammoniak unlöslichen Niederschlag;

Schwefelwasserstoff in sauren Auflösungen einen orangerothern in Schwefelammonium löslichen Niederschlag;

Weinsteinsäure und andere nicht flüchtige organische Säuren verhindern die Fällung des Antimonoxyds durch Wasser und durch Alkalien.

Eins der wichtigsten Antimonoxydsalze ist das weinsteinsaure Antimonoxyd-Kali ($(\text{K} + \ddot{\text{S}}\text{b}) \text{ T} + \text{H}$). Dieses sehr häufig vorkommende Salz verhält sich abweichend gegen Reagentien, nämlich:

Durch Wasser wird die Lösung desselben nicht getrübt.

Kali bringt darin einen Niederschlag hervor, der sich im Ueberschuss desselben leicht löst.

Ammoniak bringt erst nach einiger Zeit einen im Ueberschuss unlöslichen Niederschlag hervor.

Salpetersaures Silberoxyd bringt darin einen weissen Niederschlag hervor, der in Ammoniak sich löst. Diese Lösung wird nach einiger Zeit trübe von ausgeschiedenem Antimonoxyd.

Antimonsäure $\ddot{\text{S}}\text{b}$. Im wasserfreien Zustande ein blassgelbes Pulver, beim Erhitzen dunkler werdend; wird die Temperatur hierbei bis zum Glühen gesteigert, so entweicht Sauerstoff und es bleibt eine weisse nicht schmelzbare Verbindung von antimonsaurem Antimonoxyd ($\ddot{\text{S}}\text{b} \ddot{\text{S}}\text{b}$) zurück. Mit Wasser verbindet sie sich zu einem Hydrat $\text{H} \ddot{\text{S}}\text{b}$, dieses bildet ein weisses Pulver, welches noch unter der Glühhitze sein Wasser verliert. Die Antimonsäure röthet stark feuchtes Lackmuspapier, sie ist in Wasser und Alkohol, ebenso in Salpetersäure unlöslich, am löslichsten in Chlorwasserstoffsäure. In Kalilauge löst sie sich schwer auf, durch Schmelzen mit Kalihydrat erhält man aber leicht lösliches antimonsaures Kali.

In der Auflösung der Antimonsäure in Chlorwasserstoffsäure erzeugen:

Wasser eine milchichte Trübung;

Alkalien im reinen Zustande sowohl als an Kohlensäure gebunden, Niederschläge, die in einem bedeutenden Ueberschuss des Fällungsmittels löslich sind, mit

¹⁾ Im Allgemeinen ist das Verhalten des Kalis und der Salze derselben gegen andere Körper mit dem des Natrons übereinstimmend, wesshalb auch meistens nur das des Kalis angegeben wird; nur in den Fällen, wo eine Abweichung stattfindet, ist das des Natrons auch noch besonders angeführt worden.

Ausnahme des Ammoniaks, welches in einer verdünnten aber noch klaren Auflösung von Antimonsäure in Chlorwasserstoffsäure keinen Niederschlag hervorbringt;

Schwefelwasserstoff einen orangerothen Niederschlag Sb . In einer sehr verdünnten Auflösung entsteht derselbe erst nach einiger Zeit, durch gelindes Erwärmen wird die Abscheidung befördert. In Schwefelammonium ist er löslich und wird aus der Lösung durch Säuren wieder gefällt.

In der Auflösung des antimonsauren Kali's bringen hervor:

Starke Säuren Niederschläge von Antimonsäurehydrat, die sich im Ueberschuss des Fällungsmittels wieder lösen, bei der Salpetersäure und der Schwefelsäure findet die Lösung erst durch Erwärmen statt;

Natronsalze nach einiger Zeit einen crystallinischen Niederschlag von antimonsaurem Natron;

Chlorcalcium und **Chlorbaryum** Niederschläge, die in Chlorammonium löslich sind;

Schwefelsaure Magnesia nur auf Zusatz von Ammoniak einen in Ammoniaksalzen löslichen Niederschlag;

Salpetersaures Silberoxyd einen weissen in Ammoniak löslichen Niederschlag (Unterschied von Antimonoxyd), aus welchem Salpetersäure Antimonsäurehydrat abscheidet.

Goldchlorid wird nicht reducirt;

Schwefelwasserstoff auf Zusatz einer freien Säure einen Niederschlag von Schwefelantimon.

Zink erzeugt mit allen in Säuren löslichen Antimonverbindungen bei Gegenwart freier Schwefelsäure oder Chlorwasserstoffsäure einen schwarzen Niederschlag von metallischem Antimon. Zu gleicher Zeit entwickelt sich auch Antimonwasserstoff Sb H^3 , welcher, vorher getrocknet, durch eine glühende Glasröhre geleitet, in derselben einen Spiegel von metallischem Antimon absetzt, der mit dem Arsenikspiegel sehr grosse Aehnlichkeit hat. Er ist aber viel weniger flüchtig, schmilzt zu kleinen Kugeln, ist in rauchender Salpetersäure unlöslich. Wird das Gas durch eine Auflösung von salpetersaurem Silberoxyd geleitet, so entsteht ein schwarzer Niederschlag von Antimonsilber. Wird Antimon in einem Gemenge von Chlorwasserstoffsäure und chloresaurem Kali gelöst, dann mit Weinsteinsäure und Chlorammonium versetzt, so giebt Ammoniak keinen Niederschlag, entsteht ein solcher, so war nicht genug Weinsteinsäure oder Salmiak vorhanden. Wird nun zu dieser klaren Lösung Ammoniaksalz und Weinsteinsäure haltende Magnesialösung hinzugesetzt, so entsteht in der Kälte auch nach 12 Stunden kein Niederschlag. (Unterschied von Arsenik.)

Weinsteinsäure so wie andere nicht flüchtige organische Körper verhindern die Fällung aller löslichen Antimonverbindungen durch Wasser und Alkalien; auf die durch Schwefelwasserstoff haben sie keinen Einfluss.

Gold Au. In zusammenhängenden Massen eigenthümlich rothgelb, glänzend, in Pulverform braun, nimmt aber durch Drücken wieder Metallglanz an. Sehr dehnbar, in sehr dünnen Schichten mit blauer oder grüner Farbe durchsichtig. Sp. Gew. 19,2—19,8. Bei 1200° schmelzbar, verändert sich nicht an der Luft, weder bei gewöhnlicher noch bei erhöhter Temperatur. Von einfachen Säuren wird dasselbe fast gar nicht angegriffen. Freies Chlor haltende Flüssigkeiten, am besten Königswasser, lösen dasselbe unter Bildung von Goldchlorid Au Cl^3 auf.

Goldoxydul Au. Dunkelviolettes Pulver, welches sich sehr leicht unter Bildung von metallischem Gold zersetzt; ebenso unbeständig ist die diesem Oxyd entsprechende Chlorverbindung, das Goldchlorür (Au Cl).

Goldoxyd $\ddot{\text{Au}}$. Braunschwarze Masse, leicht reducirbar, sowohl durch Temperaturerhöhung als durch Kohle haltende Säuren. Das Hydrat löst sich durch längeres Kochen in Kali auf, in Salpetersäure ist es unlöslich, in Essigsäure in der Kälte ziemlich löslich, am löslichsten in Chlorwasserstoffsäure unter Bildung von Goldchlorid $\text{Au} \text{Cl}^3$, welches grosse Neigung hat, sich mit anderen Chloriden, z. B. Chlorwasserstoffsäure, zu verbinden. Beim Erhitzen verliert dieses Chlor, indem anfangs Chlorür und dann metallisches Gold entsteht.

In einer Goldchloridlösung bringen hervor:

Kali keinen Niederschlag. (In einer Auflösung des Goldoxyds in Essigsäure bringt Kali einen im Ueberschuss desselben löslichen Niederschlag hervor.):

Kohlensaures Kali in der Kälte keine Veränderung, beim Kochen dagegen einen Niederschlag von Goldoxydhydrat, während das Bicarbonat ohne Einwirkung ist;

Ammoniak und **kohlensaures Ammoniak** einen gelben Niederschlag von Goldoxydammoniak ($2 \text{NH}^3 + \ddot{\text{Au}}$), letzteres unter gleichzeitiger Entwicklung von Kohlensäure;

Cyankalium einen gelben im Ueberschuss des Reagens löslichen Niederschlag;

Oxalsäure in der wässerigen Lösung in der Kälte langsam einen Niederschlag von metallischem Gold, beim Kochen geht die Reduction rascher unter Entwicklung von Kohlensäure vor sich ($\text{Au} \text{Cl}^3, 3 \ddot{\text{C}}, 3 \text{H} = 2 \text{Au}, 6 \ddot{\text{C}}, 3 \text{HCl}$). Alkoholische Goldchloridlösungen werden durch Oxalsäure nicht reducirt;

Salpetersaures Quecksilberoxydul einen schwarzen Niederschlag von Goldoxydul, dem, wenn das Quecksilbersalz im Ueberschuss vorhanden war, Quecksilberchlorür beigemennt ist ($\text{Au} \text{Cl}^3, 5 \text{Hg} \ddot{\text{N}} = \text{Au}, 4 \text{Hg} \ddot{\text{N}}, 3 \text{Hg} \text{Cl}, \ddot{\text{N}}$);

Schwefelsaures Eisenoxydul einen braunen Niederschlag von metallischem Gold, in sehr verdünnten Lösungen zuerst eine blaue Färbung ($\text{Au} \text{Cl}^3, 6 \text{Fe} \ddot{\text{S}} = 2 \text{Au}, 2 \text{Fe} \ddot{\text{S}}^3, \text{Fe} \text{Cl}^3$);

Zinnchlorür einen braunen, oft purpurfarbenen Niederschlag, in sehr verdünnten Lösungen nur eine violettbraune Färbung. Eine Auflösung des Goldoxyds in Essigsäure wird durch dieses Reagens gelb gefällt;

Jodkalium einen gelblich grünen Niederschlag von Goldjodür und eine braune Färbung der darüber stehenden Flüssigkeit von ausgeschiedenem Jod ($\text{Au} \text{Cl}^3, 3 \text{K} \text{I} = \text{Au} \text{I}, 3 \text{K} \text{Cl}, 2 \text{I}$);

Schwefelwasserstoff in sauren und neutralen Lösungen einen braunen in Schwefelammonium löslichen Niederschlag.

Durch die leichte Reducirbarkeit bei erhöhter Temperatur und durch reducirende organische und unorganische Verbindungen zeichnen sich die Goldverbindungen aus.

Platin Pt. Grauweisses Metall, in zusammenhängenden Massen metallisch glänzend, als Pulver grau, glanzlos oder schwarz, sehr dehnbar, sehr fest, bei Weissglühhitze schweisbar, im Knallgasgebläse schmelzbar. Sp. G. 21,4—21,7, Durch einfache Säuren wird es für sich nicht angegriffen, ist es aber mit anderen Metallen, z. B. mit Silber und Gold legirt, so ist es in Salpetersäure löslich. Mit Metallen bildet es zum Theil leicht schmelzbare Legirungen, eben so kann es sich mit Phosphor und Silicium verbinden. Beim Schmelzen mit Alkalien oder salpetersauren Salzen derselben wird es oxydirt und bildet dann eine Verbindung mit dem Alkali.

Platinoxydul Pt. Dunkelviolet, als Hydrat schwarz. Beim Erhitzen verliert es Sauerstoff und wird zu Metall reducirt. Das dieser Oxydationsstufe entsprechende Platinchlorür ist je nach seiner Darstellungsweise grüngrau oder braun. Es ist in Wasser unlöslich, löslich in Chlorwasserstoffsäure und in Platinchloridlösung. Durch Glühen wird es unter Chlorentwicklung zu metallischem Platin reducirt, durch Kochen mit Königswasser in Platinchlorid umgewandelt.

In den Auflösungen des Platinoxyduls bringen hervor:

Kali

Kohlensaures Ammoniak

Oxalsäure

Kaliumeiscyancür

Kaliumeiscyanid

} keine Veränderung,

Ammoniak im Ueberschuss zu der Lösung in Chlorwasserstoffsäure gesetzt einen grünen Niederschlag von Platinchlorür Chlorammonium ($\text{NH}^4 \text{Cl} + \text{Pt Cl}$);

Kohlensaures Kali einen braunen Niederschlag, die überstehende Flüssigkeit ist braunroth und wird mit der Zeit geschwärzt;

Salpetersaures Quecksilberoxydul einen schwarzen Niederschlag;

Schwefelsaures Eisenoxydul keine Veränderung;

Zinnchlorür eine rothbraune Färbung;

Jodkalium anfangs eine rothbraune Färbung, nach einiger Zeit setzt sich ein schwarzer Niederschlag ab;

Schwefelwasserstoff in sauren und neutralen Lösungen eine braune Färbung, nach einiger Zeit setzt sich schwarzes Schwefelplatin ab, das mit einer grossen Menge Schwefelammonium eine braunrothe Lösung bildet.

Platinoxyd Pt. In reinem Zustand ein schwarzes Pulver, mit Wasser verbunden braun; bei erhöhter Temperatur verliert es den Sauerstoff und wird zu metallischem Platin reducirt. Es kann sich mit Basen und mit Säuren verbinden, die Salze sind entweder gelb oder rothbraun; sie röthen das Lackmuspapier, beim Glühen werden sie unter Abscheidung von metallischem Platin zersetzt, welches nicht zu einer Kugel geschmolzen werden kann und Glasflüsse nicht färbt.

In einer Auflösung von Platinchlorid bringen hervor:

Kali einen gelben Niederschlag von Kaliumplatinchlorid (K Cl Pt Cl^2). Durch die Gegenwart von freier Chlorwasserstoffsäure wird die Bildung dieses Niederschlags begünstigt, ebenso durch Zusatz von Alkohol, da diese Verbindung in Wasser löslicher als in Alkohol ist. Durch Kochen mit überschüssigem Kali wird der Niederschlag gelöst, ohne sich beim Erkalten abzuscheiden, dieses geschieht durch Zusatz von Chlorwasserstoffsäure. — In den Sauerstoffsalzen des Platinoxyds bringt Kali einen gelbbraunen in Kali unlöslichen Niederschlag hervor;

Kohlensaures Kali wie Kali einen Niederschlag, der aber in überschüssigem kohlensauren Kali nicht löslich ist;

Natron und **kohlensaures Natron** in der Kälte keinen, beim Kochen einen gelben Niederschlag von Platinoxyd-Natron;

Ammoniak einen gelben, dem durch Kali hervorgebrachten ähnlichen Niederschlag, der sich auch sonst demselben ähnlich verhält. In überschüssigem Ammoniak ist derselbe löslich, durch Neutralisation mit Chlorwasserstoffsäure wird ein weisser Niederschlag hervorgebracht. Gegen Sauerstoffsalze des Platinoxyds verhält sich das Ammoniak wie Kali;

Kohlensaures Ammoniak einen gelben in einem Ueberschuss des Fällungsmittels unlöslichen Niederschlag;

Jodkalium eine braunrothe Färbung und nach einiger Zeit einen Niederschlag von hellerer Farbe;

Kaliumeiscyanür und **Kaliumeiscyanid** einen gelben Niederschlag, die Flüssigkeit färbt sich etwas dunkler;

Ameisensaures Natron besonders bei Gegenwart von kohlensaurem Natron beim Kochen einen Niederschlag von metallischem Platin. $\text{Pt Cl}^2, (\text{Na} + 2 \text{C H}_3 \text{O}) = \text{Pt}, \text{Na Cl}, \text{HCl}, 2\text{C}$;

Salpetersaures Quecksilberoxydul einen gelbrothen Niederschlag;

Schwefelsaures Eisenoxydul keinen Niederschlag. Ist in der Lösung ein Quecksilberoxydsalz zugegen, so findet eine Reduction statt. Auf Zusatz von salpetersaurem Quecksilberoxydul entsteht ein brauner sich später schwarz färbender Niederschlag. Die Sauerstoffsalze des Platinoxyds werden zuweilen durch Eisenoxydulverbindungen reducirt;

Zinnchlorür eine rothbraune Färbung;

Schwefelwasserstoff in sauren und neutralen Lösungen nach längerer Zeit einen braunen in überschüssigem Schwefelammonium löslichen Niederschlag.

Zinn Sn. Bläulich weiss, stark glänzend, weich, beim Biegen knisternd, bei 228° schmelzend, beim Luftausschluss erst bei starker Weissglühhitze flüchtig. Sp. G. 7,285. Bei gewöhnlicher Temperatur wird dasselbe an der Luft nicht verändert, beim Erhitzen aber oxydirt es sich. Bei erhöhter Temperatur zersetzt das Zinn das Wasser, Chlorwasserstoffsäure löst dasselbe unter Wasserstoff-Entwicklung auf, ebenso verdünnte Schwefelsäure beim Erwärmen, wenn auch viel langsamer. Verdünnte Salpetersäure löst es in der Kälte unter gleichzeitiger Bildung von Ammoniak zu salpetersaurem Zinnoxid auf. $(8 \text{ Sn}, 10 \ddot{\text{N}}, 4 \text{ H} = 8 \text{ Sn} \ddot{\text{N}}, \text{NH}^+ \ddot{\text{N}}^-)$ Concentrirte Salpetersäure wirkt sehr heftig ein, besonders beim Erwärmen, indem sie Zinnoxid bildet. Concentrirte Schwefelsäure löst es unter Entwicklung von schwefelichter Säure und Abscheidung von Schwefel. Von Königswasser wird es am leichtesten gelöst, Chlorgas bildet damit Zinnchlorid.

Zinnoxidul Sn. Schwarzbraunes Pulver, als Hydrat weiss, bildet mit den Säuren farblose oder etwas gelblich gefärbte Salze, die das Lackmuspapier röthen. Sie haben alle eine grosse Neigung, sich höher zu oxydiren, dieses geschieht sowohl auf Kosten des Sauerstoffs der atmosphärischen Luft, als derjenigen reducirbaren Verbindungen, mit welchen sie in Berührung kommen. Beim Luftzutritt erhitzt, werden die meisten unter Bildung von Zinnoxid zersetzt.

In der Auflösung eines Zinnoxidulsalzes (Zinnchlorür) bringen hervor:

Kali einen weissen Niederschlag von Zinnoxidulhydrat, der in einem Ueberschuss von Kali löslich ist; concentrirte Laugen scheiden beim Kochen schwarzes Zinnoxidul ab. Enthielt die Lösung Weinsteinsäure, so scheidet sich beim Kochen metallisches Zinn ab;

Ammoniak einen weissen in Ammoniak unlöslichen Niederschlag, der durch längeres Kochen schwarz wird;

Kohlensaures Kali einen weissen im Ueberschuss unlöslichen Niederschlag, der durch längeres Kochen schwarz wird;

Doppelt kohlensaures Kali einen weissen durch Kochen nicht schwarz werdenden Niederschlag;

Kohlensaures Ammoniak einen weissen im Ueberschuss unlöslichen Niederschlag;

Jodkalium einen gelblichen Niederschlag von Zinnjodür, der in Chlorwasserstoffsäure und Kali löslich ist;

Cyankalium einen weissen im Ueberschuss unlöslichen Niederschlag;

Phosphorsaures Natron einen weissen in überschüssigem phosphorsauren Natron unlöslichen, in Kali löslichen Niederschlag, der aus dieser Lösung durch Kochen schwarz abgeschieden wird;

Oxalsäure einen weissen Niederschlag, der sich gegen Kali wie der vorige verhält;

Kaliumeisencyanür einen weissen gallertartigen Niederschlag;

Kaliumeisencyanid einen weissen in Chlorwasserstoffsäure löslichen Niederschlag;

Goldchlorid s. Seite 9.

Salpetersaures Silberoxyd einen weissen Niederschlag, der namentlich bei überschüssigem Zinnsalz sich schwärzt;

Salpetersaures Quecksilberoxydul einen braunen durch Kochen schwarz werdenden Niederschlag.

Quecksilberchlorid anfangs eine weisse Fällung von Quecksilberchlorür. ($\text{Sn Cl} + 2 \text{Hg Cl} = \text{Sn Cl}^2, \text{Hg Cl}$), aus der sich beim Erwärmen mit überschüssigem Zinnoxydulsalz und Chlorwasserstoffsäure metallisches Quecksilber abscheidet ($\text{Hg Cl}, \text{Sn Cl} = \text{Sn Cl}^2, 2 \text{Hg}$),

Zink einen weissgrauen Niederschlag von metallischem Zinn;

Schwefelwasserstoff in sauren und neutralen Lösungen einen braunen Niederschlag von Zinnsulfür, der in reinem (farblosem) Schwefelammonium unlöslich ist. Enthält das Schwefelammonium aber freien Schwefel, so bildet sich Zinnsulfid, welches sich löst.

Zinnsesquioxydul Sn . Als Hydrat eine weisse schleimige Masse, wasserfrei graubraun, in feuchtem Zustande in Ammoniak löslich. Die Lösung in Chlorwasserstoffsäure fällt mit Goldchlorid einen purpurfarbenen Niederschlag.

Durch seine Löslichkeit in Ammoniak unterscheidet es sich von Oxydul, durch sein Verhalten gegen Goldchlorid von Zinnoxid.

Zinnoxid Sn , auch wegen seines Verhaltens gegen Basen, mit denen es sich zu Salzen vereinigen kann, Zinnsäure genannt, kommt in verschiedenen Modificationen vor:

In der Natur als Zinnstein, der in reinem Zustande hellgelb ist. Mit diesem verhält sich gleich das künstlich durch Glühen dargestellte Zinnoxid; es hat eine weissgelbe Farbe, ist in Säuren und in Alkalien selbst beim Schmelzen unlöslich, und verhält sich ebenso beim Schmelzen mit zweifach schwefelsaurem Kali.

Wird Zinnchlorid mit Wasser verdünnt und dann gekocht, so fällt ein voluminöser Niederschlag von Zinnoxidhydrat, der zu einer hornartigen Masse eintrocknet und

Zinnsäure oder a **Zinnoxid** genannt wird, sie löst sich in Chlorwasserstoffsäure auf und bildet eine dem Zinnchlorid gleich kommende Auflösung, die das Lackmuspapier stark röthet.

In dieser Auflösung bringen hervor:

Chlorwasserstoffsäure } keinen Niederschlag;
Salpetersäure }

Schwefelsäure nur in einer äusserst verdünnten Auflösung einen Niederschlag;
Kali einen im Ueberschuss löslichen Niederschlag, der aber in einer concentrirten Kalilösung unlöslich ist;

Ammoniak } einen gallertartigen in überschüssigem Reagens nicht voll-
Kohlensaures Ammoniak } ständig unlöslichen Niederschlag. Durch Weinsteinsäure
 wird die Fällung verhindert;
Kohlensaures Kali einen im Ueberschuss löslichen Niederschlag;
Kohlensaures Natron einen im Ueberschuss des Fällungsmittels nicht gänzlich löslichen Niederschlag;

Phosphorsaures Natron sogleich einen starken Niederschlag;
Pyrophosphorsaures Natron nach einiger Zeit einen gallertartigen Niederschlag;
Jodkalium keinen Niederschlag;

Cyankalium einen im Ueberschuss unlöslichen Niederschlag;
Kohlensaure Kalkerde } einen gallertartigen Niederschlag;
 „ **Baryterde** }

Kaliumeisencyanür einen in Chlorwasserstoffsäure unlöslichen Niederschlag;
Kaliumeisencyanid keinen Niederschlag;
Salpetersaures Silberoxyd im Ueberschuss zugesetzt einen weissen in Ammoniak löslichen Niederschlag;

Goldchlorid } werden nicht reducirt;
Salpetersaures Quecksilberoxydul }
Schwefelwasserstoff nach einiger Zeit einen gelben Niederschlag, durch Erwärmen wird die Bildung desselben befördert. Er ist in farblosem und in gelb gefärbtem Schwefelammonium löslich (Unterschied von Zinnsulfür). Nicht flüchtig (Unterschied von Schwefelarsenik);

Zink zuerst einen Niederschlag von metallischem Zinn, dann von Zinnoxidhydrat.

Metazinnsäure oder b **Zinnoxid** entsteht, wenn die vorhergehende Modification geglüht oder wenn Zinnchlorid längere Zeit mit Chlorwasserstoffsäure gekocht wird, am leichtesten aber, wenn Zinn durch Kochen mit Salpetersäure oxydirt wird. Kocht man den ausgewaschenen Rückstand mit Chlorwasserstoffsäure und setzt dann Wasser hinzu, so erhält man eine Auflösung dieser Modification. Durch Kochen scheidet sich aus derselben das Zinnoxid wieder ab und ist in Chlorwasserstoffsäure unlöslich. Durch Salzsäure wird ebenfalls aus der keine überschüssige Säure haltenden Lösung Zinnoxid gefällt.

In der chlorwasserstoffsäuren Lösung der Metazinnsäure bringen hervor:

Verdünnte Schwefelsäure einen starken Niederschlag (Unterschied von der Zinnsäure);

Kali einen im Ueberschuss löslichen Niederschlag;
Ammoniak einen in Chlorwasserstoffsäure unlöslichen, auf Zusatz von Wasser aber löslichen Niederschlag. Weinsteinsäure verhindert die Fällung nicht. (Unterschied von der Zinnsäure);

Kaliumeisencyanür } wie bei Zinnsäure;
Cyankalium }

Kaliumeisencyanid einen gelblichen Niederschlag;
Salpetersaures Silberoxyd einen weissen Niederschlag, der beim Behandeln mit Ammoniak Zinnoxid ungelöst zurücklässt;

Schwefelwasserstoff wie bei der vorhergehenden Modification. Durch Schmelzen

mit Kali und nachheriges Behandeln mit Wasser wird die Metazinnsäure in Zinnoxid umgewandelt.

Die Sauerstoffsalze des Zinnoxids werden durch Glühen unter Zurücklassung von Zinnoxid zerstört. Beide Modificationen, besonders die unlösliche Modification des Zinnoxids kann dadurch erkannt werden, dass man dieselbe mit dem sechsfachen Gewicht eines Gemenges von gleichen Theilen trocknen kohlensauren Natrons und Schwefel zusammenschmilzt, die geschmolzene Masse mit Wasser auslaugt und filtrirt; durch Zusatz von Chlorwasserstoffsäure fällt aus der filtrirten Auflösung Zinnsulfid.

Alle Zinnverbindungen auf Kohle mit Soda und Cyankalium in der inneren Löthrohrflamme erhitzt (Schwefelverbindungen müssen vorher geröstet werden) liefern ein dehnbares Metallkorn, das eine grüne Kupferperle beim Erhitzen roth oder braun färbt. Man kann die Zinnverbindungen auch durch Schmelzen mit Cyankalium reduciren, den Metallrückstand in Chlorwasserstoffsäure lösen und das Verhalten gegen Goldchlorid beobachten (s. Zinnchlorür).

Verbindungen des Zinnoxiduls unterscheiden sich von denen des Oxyds durch die Verschiedenheit ihres Verhaltens gegen Schwefelwasserstoff und Goldchlorid und des Schwefelniederschlags gegen Schwefelammonium.

Die beiden Zinnsäuren durch die Verschiedenheit des Verhaltens gegen verdünnte Schwefelsäure, gegen Silberoxyd und gegen Ammoniak bei Gegenwart von Weinsteinsäure.

Die Schwefelverbindungen der bis jetzt abgehandelten Metalle sind in Schwefelammonium (Zinnsulfür bei Gegenwart von überschüssigem Schwefel) löslich, wodurch sie sich wesentlich von den folgenden Metallen unterscheiden.

Quecksilber Hg. Weiss, sehr glänzend, bei gewöhnlicher Temperatur flüssig, bei -40° fest, etwas dehnbar und weich, es kocht bei 360° . Sp. G. 13,55 bis 14,4. Bei gewöhnlicher Temperatur verändert es sich an der Luft nicht, bis nahe zu seinem Siedepunkt erhitzt, oxydirt es sich; es zersetzt das Wasser nicht, wird von Chlorwasserstoffsäure und von verdünnter Schwefelsäure nicht angegriffen, concentrirte Schwefelsäure löst es unter Entwicklung von schwefelichter Säure, Salpetersäure unter Entwicklung von Stickstoffoxydgas auf. Mit Chlor verbindet es sich bei gelindem Erhitzen.

Quecksilberoxydul Hg. Schwarzes Pulver, leicht in Oxyd und Metall zersetzbar, bildet mit den Säuren meistens weisse Salze, die durch Wasser zersetzt werden. Sie sind alle flüchtig und röthen Lackmuspapier.

In den Lösungen der Quecksilberoxydul-Salze bringen hervor:

Kali einen schwarzen Niederschlag von Quecksilberoxydul, der sich sehr leicht zersetzt;

Ammoniak einen schwarzen Niederschlag, bei Anwendung verdünnter Auflösungen. Derselbe besteht aus basisch salpetersaurem Quecksilberoxydul - Ammoniak $3 \text{ Hg} + \text{NH}^3 + \ddot{\text{N}}$;

Kohlensaures Ammoniak in geringer Menge zugesetzt einen grauen Niederschlag, grössere Mengen verhalten sich wie reines Ammoniak;

Kohlensaures Kali einen dunkelgelben durch Kochen schwarz werdenden Niederschlag;

Bicarbonat von Kali einen weissen durch Kochen sich schwärzenden Niederschlag;

Cyankalium einen grauen Niederschlag, in der Auflösung befindet sich Quecksilbercyanid;

Kaliumeisencyanür einen weissen gallertartigen Niederschlag;

Kaliumeisencyanid einen braunen Niederschlag;

Jodkalium einen grünlichen Niederschlag, bestehend aus Quecksilberjodür-jodid, der sich in einem grossen Ueberschuss von Jodkalium löst;

Chromsaures Kali einen rothen Niederschlag von chromsaurem Quecksilberoxydul der beim Glühen Chromoxyd zurücklässt;

Schwefelsaures Eisenoxydul scheidet metallisches Quecksilber ab;

Schwefelsäure einen weissen Niederschlag von schwefelsaurem Quecksilberoxydul;

Oxalsäure einen weissen durch Kochen grau werdenden Niederschlag;

Chlorwasserstoffsäure auch in sehr verdünnten Lösungen einen weissen Niederschlag von Quecksilberchlorür (Hg Cl), der in verdünnten Säuren unlöslich ist und durch Alkalien geschwärzt wird. Durch Kochen mit starken Säuren zerfällt derselbe in Chlorid und Metall ($\text{Hg Cl} = \text{Hg Cl}, \text{Hg}$), ersteres bleibt unverändert, letzteres löst sich in der Säure auf;

Schwefelwasserstoff einen schwarzen Niederschlag von Quecksilbersulfür, derselbe ist in Schwefelammonium unlöslich. Durch Erhitzen beim Luftausschluss zerfällt derselbe in Sulfid und Metall ($\text{Hg} = \text{Hg}, \text{Hg}$). Beim Erwärmen mit Schwefelkalium zerfällt er ebenfalls in Sulfid, welches sich in Schwefelkalium löst und in Metall, welches sich ausscheidet.

Quecksilberoxyd Hg , rothes crystallinisches Pulver, oder im fein vertheilten Zustand gelb, beim Erhitzen dunkler werdend und sich dann zersetzend in Sauerstoff und Metall. Die Salze sind farblos, wenn die Säure ungefärbt ist, zuweilen aber auch gelb, durch Wasser werden die Sauerstoffsalze zersetzt; das Quecksilberchlorid wird durch keine Sauerstoffsäure zersetzt. Die Sauerstoffsalze werden bei erhöhter Temperatur zersetzt, ehe sie sich verflüchtigen, die Haloïdverbindungen verflüchtigen sich unzersetzt. Die neutralen Salze röthen Lackmuspapier.

In der Auflösung von Quecksilberchlorid bringen hervor:

Kali	}	in geringer Menge zugesetzt einen braunen Niederschlag von
Alkalische Erden		Quecksilberoxydchlorid $\text{Hg Cl} + 4 \text{Hg}$, im Ueberschuss zugesetzt einen gelbrothen Niederschlag von Quecksilberoxyd;

Kohlensaure Alkalien einen braunen Niederschlag, der dem durch geringe Mengen von Alkalien entstandenen ähnlich zusammengesetzt ist;

Bicarbonate von Alkalien anfangs keinen, beim Stehenlassen unter Kohlensäure-Entwicklung einen dem vorhergehenden ähnlichen Niederschlag;

Borax einen braunen Niederschlag;

Ammoniak	}	einen weissen Niederschlag von Quecksilberamid-Chlorid
Kohlensaures Ammoniak		$2 \text{Hg Cl}, 2 \text{NH}^3 = \text{Hg Cl}, \text{Hg NH}^2, \text{NH}^4 \text{Cl}$;

Schwefelsaures Eisenoxydul keine Veränderung;

Kaliumeisencyanür einen weissen Niederschlag, der mit der Zeit blau wird,

$(2 \text{K Cy} + \text{Fe Cy}), 2 \text{Hg Cl} = (2 \text{Hg Cy} + \text{Fe Cy}), 2 \text{K Cl}$ und

$9 (2 \text{Hg Cy} + \text{Fe Cy}), 3 \text{O} = 18 \text{Hg Cy}, (3 \text{Fe Cy} + 2 \text{Fe Cy}^3), \text{Fe}$;

Kaliumeisencyanid keinen Niederschlag.

Jodkalium einen rothen in Jodkalium und Quecksilberchlorid löslichen Niederschlag;

Schwefelwasserstoff zuerst einen weissen Niederschlag, bestehend aus Schwefel-

quecksilber und unzersetztem Salz ($\text{Hg Cl} + 2 \text{Hg}$), der durch mehr Schwefelwasserstoff immer dunkler wird in dem Maasse, als sich die Menge des Schwefelquecksilbers vermehrt, bis zuletzt alles in schwarzes Schwefelquecksilber umgewandelt ist. Dieses ist in Schwefelammonium unlöslich, in Schwefelkalium löslich, beim Luftausschluss erhitzt, sublimirt es unzersetzt und bildet rothes Schwefelquecksilber. In Salpetersäure ist es unlöslich.

Die Auflösung des salpetersauren Quecksilberoxyds verhält sich gegen einige Reagentien abweichend, nämlich:

Ammoniak erzeugt darin einen weissen in Salpetersäure unlöslichen Niederschlag von einem basischen Salz, der in salpetersaurem Ammoniak löslich ist;

Phosphorsaures Natron einen weissen Niederschlag;

Schwefelsaures Eisenoxydul scheidet metallisches Quecksilber ab.

In der Auflösung des schwefelsauren Quecksilberoxyds bringt Ammoniak keinen Niederschlag hervor.

Alle Quecksilberverbindungen mit kohlensaurem Natron gemengt geben beim Erhitzen in einer Glasröhre einen Anflug, aus kleinen Kugeln metallischen Quecksilbers bestehend.

Kupferblech überzieht sich in den angesäuerten Lösungen desselben mit metallischem Quecksilber, und wird dann durch Reiben silberweiss, ebenso verhält sich Goldblech. Wird ein solches Blech getrocknet und in einer Glasröhre erhitzt, so verflüchtigt sich Quecksilber und das Blech nimmt seine ursprüngliche Farbe wieder an.

Von den vorher abgehandelten Metallen unterscheidet sich das Quecksilber besonders durch die Unlöslichkeit seiner Schwefelverbindung in Schwefelammonium, von den folgenden durch die Unlöslichkeit der Schwefelverbindung in Salpetersäure.

Blei Pb. Bläulich graues Metall, stark metallisch glänzend, weich, dehnbar, wenig fest, bei 325° schmelzend, bei Weissglühhitze flüchtig. Sp. G. 11,44. Bei gewöhnlicher Temperatur in trockner Luft bleibt es unverändert, in feuchter Luft oxydirt es sich. Beim Luftzutritt oxydirt es sich ebenfalls unter reinem Wasser; enthält dasselbe Salze, so findet das nicht statt. Beim Luftzutritt erhitzt, verwandelt es sich in Oxyd. Es zersetzt das Wasser schwierig, und wird von verdünnter Schwefelsäure und Chlorwasserstoffsäure nicht angegriffen.

Bleisuboxyd Pb. schwarzes Pulver, wenig beständig, zersetzt sich in Berührung mit Säuren und Alkalien in Oxyd und Metall.

Bleioxyd Pb. Gelbroth, zuweilen crystallinisch, schmelzbar, bei Weissglühhitze flüchtig, in reinem Wasser etwas löslich, die Lösung bläut Lackmuspapier, mit Wasser bildet es ein weisses Hydrat. Die Salze sind farblos, wenn die Säure nicht gefärbt ist. Die neutralen Salze röthen Lackmuspapier. Die meisten zersetzen sich beim Glühen an der Luft.

In den Lösungen derselben bringen hervor:

Kali zuerst einen weissen Niederschlag von einem basischen Salz, dann auf Zusatz von mehr Kali Bleioxydhydrat, der sich in einem Ueberschuss auflöst. Alle Bleiverbindungen sind in Kali löslich mit Ausnahme des Schwefelblei's;

Ammoniak einen weissen Niederschlag wie Kali, der aber in einem Ueberschuss des Fällungsmittels unlöslich ist;

Kohlensaures Kali } einen weissen Niederschlag von kohlensaurem Bleioxyd;
 „ **Ammoniak** }

Bicarbonate der Alkalien denselben unter Entweichung von Kohlensäure;

Cyankalium einen weissen im Ueberschuss unlöslichen Niederschlag;

Kaliumeisencyanür einen weissen Niederschlag;

Kaliumeisencyanid keinen Niederschlag;

Phosphorsaures Natron einen weissen in Salpetersäure löslichen, in Essigsäure unlöslichen Niederschlag, der beim Erhitzen vor dem Löthrohr schmilzt und nach dem Erkalten ein crystallinisches Korn bildet;

Jodkalium einen gelben Niederschlag;

Chromsaures Kali einen gelben in verdünnter Salpetersäure unlöslichen Niederschlag, der durch Erwärmen mit Ammoniak roth wird;

Schwefelsäure einen weissen Niederschlag, der in vielem Wasser nicht ganz unlöslich ist;

Oxalsäure einen weissen in Salpetersäure löslichen Niederschlag;

Chlorwasserstoffsäure einen weissen crystallinischen in vielem Wasser löslichen Niederschlag;

Schwefelwasserstoff einen schwarzen Niederschlag. In sehr verdünnten Auflösungen eine braune Färbung. Enthält die Auflösung freie Salzsäure, so entsteht anfangs ein braunrother Niederschlag, der aber mit der Zeit schwarz wird. In Schwefelammonium ist der Niederschlag unlöslich, in Eiweiss löslich;

Zink einen Niederschlag von metallischem Blei.

In den unlöslichen Verbindungen des Bleioxyds kann dasselbe dadurch nachgewiesen werden, dass man die Verbindung mit dem 4—5fachen Gewicht von kohlensaurem Kali-Natron¹⁾ mengt und schmilzt; die geschmolzene Masse wird mit Wasser ausgelaugt, der ausgewaschene unlösliche Rückstand in Salpetersäure gelöst und untersucht. Ist ein Gemenge organischer Substanzen auf Bleioxyd zu untersuchen, so kann man dasselbe mit kohlensaurem Natron im Ueberschuss mengen und die eingetrocknete Masse in einem bedeckten Porzellantiegel schmelzen. Die erkaltete Masse wird vorsichtig geschlemmt, wobei metallisches Blei zurückbleibt.

Bleisuperoxyd Pb , ein braunes Pulver oder eine dunkelbraune glänzende Masse. Beim Erhitzen bildet sich unter Sauerstoff-Entwicklung Bleioxyd. In Salpetersäure ist es unlöslich, wird dasselbe mit einem Gemenge von Salpetersäure und einer organischen Substanz gekocht, so wird es zu Bleioxyd reducirt, während sich Kohlensäure entwickelt. Mit Chlorwasserstoffsäure übergossen entwickelt sich Chlor und Chlorblei bleibt zurück, Pb , $2 \text{HCl} = \text{Pb Cl}_2$, $\text{Cl}_2 \text{H}_2$.

Bleisaures Bleioxyd ($2 \text{Pb} + \text{Pb}$) unter dem Namen Mennige als Farbe bekannt: Roth es Pulver zerfällt beim Behandeln mit Salpetersäure in Bleioxyd, welches sich löst und in unlösliches Bleisuperoxyd.

Alle Bleiverbindungen geben beim Schmelzen mit kohlensaurem Natron und Kohle metallisches Blei. Vor dem Löthrohr²⁾ auch noch einen gelblichen Beschlag.

¹⁾ Aus gleichen Atomen kohlensaurem Kali und Natron bestehend ungefähr

216 $\text{K} \ddot{\text{O}}$ und 166,5 $\text{Na} \ddot{\text{O}}$.

Am besten stellt man dasselbe durch Glühen des weinsteinsäuren Kali-Natrons dar.

²⁾ Das Verhalten der Körper vor dem Löthrohr ist weiter unten in einem besonderen Abschnitt ausführlicher angegeben worden.

In den Auflösungen kann dasselbe vorzüglich durch sein Verhalten gegen Schwefelwasserstoff, Schwefelsäure und Kali erkannt werden.

Silber Ag. Weiss, sehr glänzend, sehr dehnbar, schmilzt bei 1000°. Spec. Gew. 10,5. Durch Erhitzen beim Luftzutritt wird es nicht oxydirt. Zersetzt das Wasser nur bei der Weissglühhitze. Wird durch Chlorwasserstoffsäure und verdünnte Schwefelsäure nur wenig angegriffen, concentrirte Schwefelsäure löst es unter Entwicklung von schwefelichter Säure auf. In Salpetersäure löst es sich leicht unter Stickstoffoxydbildung auf.

Silberoxydul Äg braun, sehr wenig beständig.

Silberoxyd Äg, olivengrün, mit Wasser verbunden grau-braun. Ist eine sehr starke Basis, die sich etwas in Wasser zu einer alkalisch reagirenden Flüssigkeit löst. Beim Erhitzen leicht in metallisches Silber und Sauerstoff zersetzbar. Die Salze desselben sind meistens farblos und werden meistens durch Sonnenlicht geschwärzt, sie reagiren neutral, die löslichen werden durch Glühen zersetzt.

In den Auflösungen derselben bringen hervor:

Kali einen graubraunen Niederschlag, im Ueberschuss unlöslich;

Ammoniak einen graubraunen, sehr leicht in Ammoniak löslichen Niederschlag;

Kohlensaure und doppelt kohlensaure Alkalien weisse Niederschläge, die in Ammoniak und kohlensaurem Ammoniak löslich sind;

Phosphorsaures Natron einen gelben in Salpetersäure und Ammoniak löslichen Niederschlag; ¹⁾

Jodkalium einen etwas gelblichen Niederschlag, der in Ammoniak fast unlöslich ist, durch dasselbe aber weiss gefärbt wird. In Salpetersäure ist derselbe ganz unlöslich;

Cyankalium einen weissen im Ueberschuss und in Ammoniak löslichen Niederschlag;

Kaliumeisencyanür einen in Ammoniak unlöslichen Niederschlag;

Chromsaures Kali einen braunrothen in Ammoniak und Salpetersäure löslichen Niederschlag;

Chlorwasserstoffsäure auch in sehr verdünnten Auflösungen einen weissen flockigen, in verdünnten Säuren unlöslichen, in Ammoniak löslichen Niederschlag. Durch Kochen mit kaustischen Alkalien wird derselbe zersetzt, durch's Sonnenlicht geschwärzt;

Schwefelsaures Eisenoxydul in neutralen Lösungen in der Kohle einen weissen Niederschlag von metallischem Silber ($\text{Äg}, 2 \text{Fe} = \text{Ag}, \text{Fe.}$);

Zinnchlorür im Ueberschuss zugesetzt einen schwarzen Niederschlag von metallischem Silber;

Zink einen Niederschlag von metallischem Silber;

Schwefelwasserstoff einen schwarzen in Schwefelammonium und in Ammoniak unlöslichen, in Salpetersäure löslichen Niederschlag.

Silbersuperoxyd Äg, schwarze metallisch glänzende Krystalle, die sich sehr leicht in Oxyd und Sauerstoff zersetzen.

¹⁾ Siehe Phosphorsäure.

Alle Silberverbindungen scheiden mit kohlensaurem Natron gemengt und geglüht, metallisches Silber ab. Die löslichen zeichnen sich durch ihr Verhalten gegen Chlorwasserstoffsäure und Ammoniak aus.

Wismuth Bi, röthlich weiss, stark glänzend, blättrig krystallinisch, spröde, bei 260 ° schmelzbar, dehnt sich beim Festwerden aus. Sp. G. 9,8, verändert sich an der Luft nicht, mit Wasser in Berührung läuft es an. Bis zum Schmelzen erhitzt überzieht es sich mit einer Haut von Oxyd, bis zum Weissglühen erhitzt verbrennt es mit schwacher bläulicher Farbe unter Bildung von Oxyd. Nur bei sehr hoher Temperatur flüchtig. Zersetzt das Wasser nicht (oder nur äusserst schwierig), wird von Chlorwasserstoffsäure nur sehr wenig, von verdünnter Schwefelsäure gar nicht angegriffen. Mit concentrirter Schwefelsäure erhitzt, entwickelt sich schwefelichte Säure. Durch Salpetersäure wird dasselbe leicht aufgelöst.

Wismuthoxydul Bi wenig bekannt.

Wismuthoxyd Bi, gelb, beim Erhitzen dunkler werdend, bei noch höherer Temperatur schmelzbar, worauf es nach dem Erkalten krystallinisch wird. Leicht reducirbar. Mit Wasser verbindet es sich zu einem weissen Hydrat. Eine schwache Basis, die mit farblosen Säuren farblose Salze bildet. Diese röthen das Lackmuspapier, werden durch Glühen beim Luftzutritt zersetzt, ebenso werden sie durch Wasser zersetzt, indem sich ein basisches Salz abscheidet und in der freien Säure ein Theil des Salzes gelöst bleibt.

In den Auflösungen der Wismuthoxydsalze bringen hervor:

Kali } einen weissen Niederschlag von Wismuthoxydhydrat, der im Ueber-
Ammoniak } schuss unlöslich ist;

Kohlensaure Alkalien einen weissen Niederschlag von kohlensaurem Wismuthoxyd;

Doppelt kohlensaure Alkalien denselben, unter Entwicklung von Kohlensäure;

Cyankalium einen weissen, im Ueberschuss unlöslichen, in Chlorwasserstoffsäure löslichen Niederschlag;

Kaliumeisencyanür einen weissen in Salzsäure unlöslichen Niederschlag;

Kaliumeisencyanid einen gelblich weissen, in Salzsäure unlöslichen Niederschlag;

Jodkalium einen braunen, im Ueberschuss leicht löslichen Niederschlag;

Chromsaures Kali einen gelben, in verdünnter Salpetersäure löslichen Niederschlag;

Schwefelwasserstoff in sauren und neutralen Lösungen einen braunschwarzen, in Schwefelammonium unlöslichen Niederschlag;

Zink einen dunkeln voluminösen Niederschlag von metallischem Wismuth.

Die löslichen Wismuthoxydsalze zeichnen sich besonders dadurch aus, dass sie, wenn nicht viel freie Säure vorhanden ist, in Wasser gegossen, eine milchichte Trübung hervorbringen.

Wismuthsäure Bi wasserfrei rothbraun, in Verbindung mit Wasser ein hellrothes Pulver; beim Erhitzen verliert sie Sauerstoff, unter gleichzeitiger Bildung von Verbindungen der Wismuthsäure mit Wismuthoxyd. Concentrirte Salpetersäure löst unter Sauerstoffentwicklung salpetersaures Wismuthoxyd auf. Chlorwasserstoffsäure entwickelt Chlor.

Alle Wismuthverbindungen liefern beim Schmelzen mit kohlensaurem Natron und Cyankalium metallisches Wismuth. Geschieht dieses vor dem Löthrohr, so erhält man auch einen gelbrothen Beschlag.

Kupfer Cu. Ein rothes glänzendes Metall, in sehr dünnen Schichten durchsichtig, sehr dehnbar, bei 1200—1300° schmelzbar. Spec. Gew. 8,9. Bei gewöhnlicher Temperatur wird es von trockner Luft nicht angegriffen, bei gleicher Einwirkung des Wassers und der Luft geschieht dieses langsam, bei Gegenwart einer Säure viel rascher. Bei sehr hoher Temperatur verbrennt es zu Oxyd unter Verbreitung eines grünlichen Lichtes. Es zersetzt das Wasser nicht oder schwierig, wird von Chlorwasserstoffsäure beim Luftausschluss fast gar nicht, von verdünnter Schwefelsäure sehr wenig angegriffen. Concentrirte Schwefelsäure löst es unter Entwicklung von schwefelichter Säure, Salpetersäure löst es am leichtesten unter Entwicklung von Stickstoffoxyd auf.

Kupferoxydul Cu kommt rubinroth, in der Natur krystallisirt vor. Künstlich dargestellt bildet es ein rothes Pulver, im reinen Zustand mit Wasser verbunden ein gelbes Hydrat. Verdünnte Säuren verwandeln dasselbe in Oxyd und Metall. Chlorwasserstoffsäure bildet damit Chlorür, welches in Wasser unlöslich, in überschüssiger Chlorwasserstoffsäure löslich ist. Die Salze sind entweder weiss oder roth, sie sind wenig beständig. Durch Glühen beim Luftzutritt werden die meisten zersetzt.

In der chlorwasserstoffsäuren Lösung des Kupferchlorürs bringen hervor:

Kali im Ueberschuss zugesetzt einen gelbrothen Niederschlag von Kupferoxydulhydrat; in so geringer Menge zugesetzt, dass nur die freie Säure neutralisirt wird, fällt nur Chlorür.

Ammoniak	}	im Ueberschuss zugesetzt beim völligen Ausschluss des Luftzutritts eine farblose Lösung, die aber in dem Maasse, als das Oxydul sich oxydirt, blau wird. Bei letzterem Reagens entwickelt sich auch Kohlensäure;
Kohlensaures Ammoniak		

Kohlensaures Kali	}	einen gelben Niederschlag von kohlensaurem Kupferoxydul;
Doppelt kohlensaures Kali		

Jodkalium einen weissen Niederschlag, die überstehende Flüssigkeit ist farblos;

Kaliumeisencyanür einen weissen, in der Luft sich bräunenden Niederschlag;

Kaliumeisencyanid sofort einen braunen Niederschlag;

Schwefelwasserstoff einen schwarzen, in Schwefelammonium unlöslichen Niederschlag.

Kupferoxyd Cu schwarzes Pulver, bei sehr hoher Temperatur schmelzbar, in Säuren leicht löslich. Die Salze derselben sind im wasserfreien Zustande weiss, mit Wasser verbunden blau oder grün, selten braun. Sie röthen das Lackmuspapier, und werden meistens durch Glühen beim Luftzutritt zersetzt.

In den Lösungen derselben bringen hervor:

Kali in geringerer Menge als zur Zersetzung nothwendig ist, einen grünlichen Niederschlag, der durch Kochen nicht verändert wird, im Ueberschuss in der Kälte zugesetzt einen blauweissen Niederschlag von Kupferoxydhydrat, der beim Kochen sein Hydratwasser verliert und schwarz wird;

Kohlensaures Kali einen blauen durch Kochen sich bräunenden Niederschlag;

Doppelt kohlensaures Kali einen hellgrünen im Ueberschuss sich lösenden Niederschlag;

Ammoniak	}	in geringer Menge einen bläulichen Niederschlag eines basischen Salzes, der sich in einem Ueberschuss mit lasurblauer Farbe löst;
Kohlensaures Ammoniak		

Cyankalium einen gelbgrünen im Ueberschuss löslichen Niederschlag;

Kaliumeisencyanür auch in sehr verdünnten Lösungen einen braunen in Chlorwasserstoffsäure unlöslichen Niederschlag, der durch Ammoniak zersetzt wird;

Kaliumeiscyanid einen gelbgrünen in Chlorwasserstoffsäure unlöslichen Niederschlag;

Jodkalium einen weissen Niederschlag von Kupferjodür, die überstehende Flüssigkeit ist durch ausgeschiedenes Jod braun gefärbt. $(2 \text{ Cu } \ddot{\text{S}}, 2 \text{ K I} = \text{Cu I}, 2 \text{ K } \ddot{\text{S}}, \text{I};$

Chromsaures Kali einen braunen in Ammoniak mit grüner Farbe löslichen Niederschlag, der in Säuren ebenfalls löslich ist;

Eisen einen Niederschlag von metallischem Kupfer, der das Eisen verkupfert;

Zink einen Niederschlag von metallischem Kupfer, der das Zink schwarz überzieht;

Schwefelwasserstoff in sauren und neutralen Lösungen einen schwarzen, in Schwefelammonium unlöslichen Niederschlag, der mit Eiweiss eine braune Lösung giebt.

Nicht flüchtige organische Körper verhindern die Fällung des Kupferoxyds durch Kali, nicht die durch Kaliumeiscyanür.

Alle Kupferverbindungen mit kohlensaurem Natron und reducirenden Substanzen gemengt geben beim Glühen metallisches Kupfer.

Kadmium Cd, bläulich weisses Metall, stark glänzend, weich, sehr dehnbar, spec. Gew. 8,7, unter der Rothglühhitze schmelzbar, etwas über 360° flüchtig. An trockner Luft verändert es sich nicht, bei gleichzeitiger Einwirkung von Luft und Wasser wird es oxydirt, an der Luft erhitzt verbrennt es. In Berührung mit starken Säuren zerlegt es, wenn auch langsam, das Wasser.

Kadmiumoxyd Cd in reinem Zustand je nach seiner Darstellungsweise ein hell- oder dunkelbraunes Pulver, mit Wasser bildet es ein weisses Hydrat, unschmelzbar, nicht flüchtig, in Wasser unlöslich, mit farblosen Säuren bildet es ungefärbte Salze. Die löslichen Salze werden durch Glühen beim Luftzutritt zersetzt, sie röthen das Lackmuspapier.

In den Lösungen der Kadmiumoxydsalze bringen hervor:

Kali einen weissen im Ueberschuss unlöslichen Niederschlag;

Ammoniak einen weissen in Ammoniak leicht löslichen Niederschlag;

Kohlensaures Kali } einen weissen im Ueberschuss unlöslichen Niederschlag;
 „ **Ammoniak** }

Bicarbonate der Alkalien denselben unter Entwicklung von Kohlensäure;

Cyankalium einen weissen im Ueberschuss löslichen Niederschlag;

Kaliumeiscyanür einen gelblich weissen, in Chlorwasserstoffsäure löslichen Niederschlag;

Kaliumeiscyanid einen gelben in Salzsäure löslichen Niederschlag;

Zink einen grau glänzenden Niederschlag von metallischem Kadmium;

Schwefelwasserstoff in sauren und neutralen Lösungen einen gelben in Schwefelammonium unlöslichen Niederschlag. Hierdurch unterscheiden sich die Verbindungen des Kadmiumoxyds von allen anderen.

Die bisher abgehandelten Metalle unterscheiden sich von den folgenden durch das Verhalten ihrer stark angesäuerten Lösungen gegen Schwefelwasserstoff.

Zink Zn., bläulich weiss, stark metallisch glänzend, krystallinisch, bei gewöhnlicher Temperatur spröde bei $120-150^{\circ}$ dehnbar, bei 200° wieder sehr spröde,

schmilzt bei 412° , bei Weissglühhitze flüchtig. Spec. Gew. 6,8—7,2. In trockener Luft bleibt es unverändert, bei gleichzeitiger Einwirkung von Wasser und Luft wird es oxydirt, beim Luftzutritt stark erhitzt verbrennt es mit bläulich grüner Flamme. Es zersetzt das Wasser sehr leicht in Berührung mit Säuren, besonders wenn zu gleicher Zeit fremde Metalle, wenn auch nur in geringer Menge, zugegen sind, bei erhöhter Temperatur auch für sich allein. Es fällt fast alle eigentlichen Metalle aus ihren Auflösungen. Alkalien lösen dasselbe ebenfalls unter Wasserstoffentwicklung. Verdünnte Salpetersäure löst es unter Stickstoffoxydul-Entwicklung und gleichzeitiger Ammoniakbildung auf. ($12 \text{ Zn}, 15 \ddot{\text{N}}, 4 \text{ H} = 12 \text{ Zn } \ddot{\text{N}}, \text{NH}^4 \ddot{\text{N}}, \ddot{\text{N}}.$) Schwefelichte Säure ohne Gasentwicklung zu unterschwefelichtsaurem und schwefelichtsaurem Zinkoxyd. ($2 \text{ Zn}, 3 \ddot{\text{S}} = \text{Zn } \ddot{\text{S}}, \text{Zn } \ddot{\text{S}}.$)

Zinkoxyd Zn , weisses Pulver, welches beim Erhitzen vorübergehend gelb wird, nicht flüchtig, nicht schmelzbar, eine starke Basis.

Die Salze desselben mit farblosen Säuren sind farblos, sie röthen das Lackmuspapier, die löslichen werden durch Glühen beim Luftzutritt zersetzt.

In den Auflösungen derselben bringen hervor:

Kali einen weissen gallertartigen Niederschlag von Zinkoxydhydrat, der sich in der Kälte in überschüssigem Kali löst, durch Kochen aber fast vollständig daraus gefällt wird;

Ammoniak } verhält sich ebenso, war die Lösung sehr sauer, so ent-
Kohlensaures Ammoniak } steht kein Niederschlag;

Kohlensaures Kali einen weissen Niederschlag von basisch kohlensaurem Zinkoxyd ($2 \text{ Zn } \ddot{\text{O}} + 3 \text{ Zn } \text{H}$), der im Ueberschuss unlöslich, in Kali und Ammoniak aber löslich ist;

Doppelt kohlensaures Kali denselben Niederschlag unter Entwicklung von Kohlensäure;

Phosphorsaures Natron einen weissen in Säuren und Alkalien löslichen Niederschlag, dessen Entstehung durch Ammoniak und Ammoniaksalze verhindert wird;

Cyankalium einen weissen im Ueberschuss löslichen Niederschlag; aus dieser Lösung ist das Zink durch Schwefelwasserstoff nicht fällbar;

Kaliumeisencyanür einen weissen gallertartigen in Salzsäure unlöslichen Niederschlag;

Kaliumeisencyanid einen gelbrothen in Chlorwasserstoffsäure löslichen Niederschlag;

Schwefelwasserstoff keinen Niederschlag bei Gegenwart einer stärkeren Säure im freien Zustande. Essigsäure verhindert die Fällung nicht;

Schwefelammonium oder Schwefelwasserstoff in alkalischen Lösungen einen weissen im Ueberschuss und in Kali unlöslichen Niederschlag.

Die Zinkverbindungen zeichnen sich besonders durch das Verhalten des durch Schwefelammonium entstandenen Niederschlags gegen Kali aus.

Nickel Ni . Weisses, stark glänzendes Metall, dehnbar, schmeissbar, schwer schmelzbar, magnetisch. Spec. G. 8,8. Es zersetzt das Wasser bei der Rothglühhitze, bei Gegenwart von Salzsäure oder Schwefelsäure auch bei gewöhnlicher Temperatur. Ohne Anwendung erhöhter Temperatur bleibt es an der Luft unverändert, beim Glühen oxydirt es sich, wenn auch langsam und unvollständig.

Nickeloxyd Ni , schwarzgraues Pulver, bildet ein apfelgrünes Hydrat. Es ist eine starke Basis; die Salze derselben sind im wasserhaltigen Zustande grün,

wasserfrei gelb, sie röthen schwach das Lackmuspapier und werden, wenigstens die in Wasser löslichen, durch Glühen beim Luftzutritt zersetzt.

In den Auflösungen derselben bringen hervor:

Kali einen apfelgrünen Niederschlag;

Kohlensaures Kali einen etwas heller gefärbten;

Ammoniak anfangs einen grünlichen Niederschlag, der sich auf Zusatz von mehr Ammoniak mit violettblauer Farbe löst. Durch Kali kann aus dieser Lösung das Nickeloxyd wieder gefällt werden;

Kohlensaures Ammoniak einen grünlichen Niederschlag, im Ueberschuss mit blauer Farbe löslich;

Cyankalium einen grünlich weissen im Ueberschuss löslichen Niederschlag, der durch Zusatz von Chlorwasserstoffsäure wieder gefällt werden kann;

Kaliumeiscyancür einen weissen in Salzsäure unlöslichen Niederschlag;

Kaliumeiscyanid einen gelbgrünen in Salzsäure unlöslichen Niederschlag;

Oxalsäure nach einiger Zeit einen hellgrünen Niederschlag, der sich in Ammoniak löst, sich aus dieser Lösung aber nach längerem Stehen wieder absetzt;

Schwefelwasserstoff in sauren Lösungen keinen Niederschlag;

Schwefelammonium in neutralen Lösungen einen schwarzen Niederschlag; derselbe ist im Ueberschuss des Reagens etwas löslich, weshalb beim Filtriren die Flüssigkeit immer trübe durchläuft. In verdünnter Chlorwasserstoffsäure ist der Niederschlag fast unlöslich;

Weinsteinsäure verhindert die Fällung des Nickeloxyds durch Kali, nicht durch Schwefelammonium.

Nickelsuperoxyd $\ddot{\text{Ni}}$ ein schwarzes Pulver, welches sich in Chlorwasserstoffsäure unter Chlorentwicklung, in Sauerstoffsäuren unter Sauerstoffentwicklung auflöst. Diese Lösungen verhalten sich wie die Nickeloxydlösungen.

Alle Nickeloxydverbindungen werden, mit kohlensaurem Natron und Kohle erhitzt, zu metallischem Nickel reducirt.

Kobalt Co. Stahlgraues Metall, etwas dehnbar, hat einen körnigen Bruch, ist magnetisch, sehr schwer schmelzbar. Sp. G. 8,68. Bei gewöhnlicher Temperatur wird es durch die Luft und das Wasser nicht verändert, beim Erhitzen oxydirt es sich, zersetzt das Wasser bei Rothglühhitze, jedoch schwierig, ebenso löst es sich langsam in verdünnter Schwefelsäure und Chlorwasserstoffsäure unter Wasserstoffentwicklung auf. In Salpetersäure löst es sich unter Entwicklung von Stickstoffoxyd auf.

Kobaltoxyd Co. Ein olivengrünes Pulver, welches ein schmutzig rothes Hydrat ($\text{Co} \ddot{\text{H}}$) bildet. Es ist eine starke Basis. Die wasserhaltigen Salze derselben sind meistens roth, die wasserfreien blau. Die löslichen werden beim Glühen zersetzt. Sie röthen schwach das Lackmuspapier.

In den Lösungen derselben bringen hervor:

Kali einen blauen Niederschlag von einem basischen Salz, der an der Luft grünlich wird. Beim Erhitzen wird er anfangs violett und dann roth;

Kohlensaures Kali einen rosenrothen Niederschlag von basisch kohlensaurem Kobaltoxyd. Durch Kochen wird derselbe violett oder blau, geschieht dieses einige Zeit hindurch beim Luftzutritt, so wird er grün gefärbt;

Ammoniak in geringer Menge einen blauen Niederschlag, der durch Digestion beim Luftausschluss roth wird, beim Luftzutritt wird er grün. Im Ueberschuss von

Ammoniak löst er sich mit braunrother Farbe auf; diese Lösung färbt sich von der Oberfläche aus immer dunkler;

Kohlensaures Ammoniak einen rothen Niederschlag, der sich im Ueberschuss mit rother Farbe löst;

Cyankalium einen rothbraunen im Ueberschuss löslichen Niederschlag. Aus dieser Lösung fällt Salzsäure einen weissröthlichen Niederschlag;

Kaliumeisencyanür einen grünen in Chlorwasserstoffsäure unlöslichen Niederschlag;

Kaliumeisencyanid einen braunrothen in Salzsäure unlöslichen Niederschlag;

Oxalsäure nach längerer Zeit einen weissen in Ammoniak mit rother Farbe löslichen Niederschlag;

Schwefelwasserstoff in sauren Auflösungen keinen Niederschlag;

Schwefelammonium in neutralen Lösungen einen schwarzen, in verdünnter Chlorwasserstoffsäure unlöslichen Niederschlag;

Weinsteinsäure und andere nicht flüchtige organische Körper verhindern die Fällung des Kobaltoxyds durch Alkalien, nicht durch Schwefelammonium.

Kobaltsuperoxyd $\ddot{\text{O}}\text{O}$. Ein grauschwarzes, als Hydrat ($\ddot{\text{O}}\text{O} \cdot \text{H}^3$) ein braunschwarzes Pulver, welches sich in kochender Salzsäure unter Chlorentwicklung löst. Die Lösung verhält sich, wenn sie lange genug erwärmt worden, wie die vorhergehende.

Alle Kobaltoxydverbindungen mit Kohle und kohlensaurem Natron gemengt, geben beim Glühen metallisches Kobalt. Sie zeichnen sich durch ihr Verhalten vor dem Löthrohr aus.

Eisen Fe. Im reinen Zustand geschmolzen ist es weiss, stark glänzend, weich, schweissbar, sehr zähe und fest. Schmelzpunkt 1500° . Durch Wasserstoff reducirt bildet es ein pyrophorisches Pulver. Das sp. Gew. = 7,8, es ist magnetisch. Durch geringe Beimengungen von Kohle wird es hart, hakig im Bruch und leichter schmelzbar. Bei gewöhnlicher Temperatur verändert es sich an trockener Luft nicht, in feuchter und Kohlensäure haltender Luft überzieht es sich mit Eisenoxydhydrat, durch Glühen beim Luftzutritt bildet sich Eisenoxyduloxyd. Bei gewöhnlicher Temperatur zersetzt das Eisen reines Wasser nicht, enthält dieses aber Kohlensäure und atmosphärische Luft, so wird es anfangs in kohlensaures Eisenoxydul und dann in Eisenoxydhydrat umgewandelt. Zuweilen bildet sich hierbei auch durch Zersetzung des Wassers und durch Aufnahme von Stickstoff aus der Luft Ammoniak. Beim Glühen zersetzt das Eisen das Wasser unter gleichzeitiger Entwicklung von Wasserstoff und Bildung von Eisenoxyduloxyd; bei Gegenwart von starken Säuren, z. B. Schwefelsäure oder Salzsäure findet die Entwicklung von Wasserstoffgas bei gewöhnlicher Temperatur statt. Verdünnte Salpetersäure löst das Eisen in der Kälte ohne Gasentwicklung unter Bildung von salpetersaurem Eisenoxydul und salpetersaurem Ammoniak auf $8 \text{ Fe}, 4 \text{ H}, 10 \ddot{\text{N}} = 8 \text{ Fe} \ddot{\text{N}}, \text{NH}^4 \ddot{\text{N}}$. Mit Salpetersäure erwärmt bildet sich salpetersaures Eisenoxyd unter Entwicklung von Stickstoffoxyd.

Eisenoxydul Fe. Im reinen Zustand mit Bestimmtheit nicht bekannt, mit Wasser verbunden weiss, aber äusserst wenig beständig, indem es sich sehr leicht in Eisenoxydhydrat umwandelt. Es ist eine starke Basis; die wasserfreien Salze sind meistens farblos, die wasserhaltigen grün, die neutralen Salze röthen das Lackmuspapier, die meisten werden durch Glühen beim Luftzutritt zersetzt. In neutralen Auflösungen entsteht sehr leicht beim Luftzutritt durch Aufnahme von Sauerstoff Eisenoxyd.

In den Auflösungen derselben bringen hervor:

Kali } anfangs besonders beim Luftausschluss einen weissen voluminösen
Ammoniak } Niederschlag, der durch Aufnahme von Sauerstoff dunkler wird und
 sich zuletzt in rothbraunes Eisenoxydhydrat umwandelt. Ammoniaksalze verhindern
 anfangs die Fällung, jedoch scheidet sich allmählig Eisenoxydhydrat ab.

Kohlensaures Kali } anfangs einen weissen Niederschlag von einem ba-
 „ **Ammoniak** } sischen kohlensauren Salze, der sich an der Luft und
 gegen Ammoniaksalze wie der vorhergehende verhält;

Oxalsaure Alkalien im neutralen Zustande einen gelben, in Chlorwasserstoffsäure
 löslichen Niederschlag; freie Oxalsäure und saure Salze derselben zuerst eine gelbe
 Färbung und dann erst einen Niederschlag;

Kaliumeiscyanür zuerst einen hellen beim völligen Luftausschluss weissen in
 Chlorwasserstoffsäure unlöslichen Niederschlag, der sich allmählig beim Luftzutritt
 blau färbt;

Kaliumeiscyanid sofort einen blauen in Chlorwasserstoffsäure unlöslichen Nie-
 derschlag;

Goldchlorid einen braunen Niederschlag von metallischem Gold. Au Cl^3 ,
 $6 \text{ Fe } \ddot{\text{S}} = 2 \ddot{\text{Fe}} \ddot{\text{S}}^3, \text{ Fe Cl}^3, 2 \text{ Au}$;

Salpetersaures Silberoxyd einen grauen Niederschlag von metallischem Silber, zu-
 weilen wird die Flüssigkeit braun gefärbt. $6 \text{ Fe } \ddot{\text{S}}, 3 \text{ Ag } \ddot{\text{N}} = 2 \ddot{\text{Fe}} \ddot{\text{S}}^3, \ddot{\text{Fe}} \ddot{\text{N}}^3, 3 \text{ Ag}$;

Salpetersäure bei einem Ueberschuss des Eisenoxydulsalzes eine braune Färbung,
 besonders wenn concentrirte Schwefelsäure im Ueberschuss zugesetzt worden.
 $10 \text{ Fe } \ddot{\text{S}}, 4 \ddot{\text{N}} = 2 \ddot{\text{Fe}} \ddot{\text{S}}^3, \ddot{\text{Fe}} \ddot{\text{N}}^3, 4 \text{ Fe } \ddot{\text{S}} + \ddot{\text{N}}$;

Schwefelwasserstoff in sauren und neutralen Lösungen keinen Niederschlag, gegen
 alkalische Lösungen verhält es sich wie das folgende Reagens;

Schwefelammonium in neutralen Lösungen einen schwarzen, in verdünnten Säuren
 leicht löslichen Niederschlag, der sich an der Luft leicht oxydirt; in äusserst geringen
 Mengen bleibt derselbe lange suspendirt und färbt die Flüssigkeit grün;

Weinsteinsäure und nicht flüchtige organische Körper, im Ueberschuss zugesetzt,
 verhindern die Fällung des Eisenoxyduls durch Alkalien, nicht aber durch Schwefel-
 ammonium.

Eisenoxyd $\ddot{\text{Fe}}$. In compacten Massen dunkelbraun, pulverförmig ist es
 rothbraun, durch Erhitzen bis zur Rothgluth wird das künstlich dargestellte dunkler
 gefärbt und gleich dem in der Natur vorkommenden schwer löslich in Säuren, durch
 längeres Erwärmen mit Salzsäure kann es aber gelöst werden. Bei sehr hoher Tem-
 peratur wird es in Eisenoxyduloxyd umgewandelt. Das Eisenoxyd ist eine schwache
 Basis, die sich gegen starke Basen wie in eine Säure verhält. Die neutralen Salze
 desselben sind bei gewöhnlicher Temperatur farblos, die basischen gelb oder braun,
 durch Kochen werden auch die neutralen dunkler gefärbt. Die neutralen Salze rö-
 then das Lackmuspapier, und werden mit geringen Ausnahmen durch Glühen beim
 Luftzutritt zersetzt. Ebenso werden die neutralen und basischen Salze desselben
 durch Kochen mit Wasser zersetzt.

In den Auflösungen derselben bringen hervor:

Kali } einen braunen voluminösen Niederschlag von Eisenoxydhydrat.
Ammoniak } ($\text{H}^3 \ddot{\text{Fe}}^2$);

Kohlensaures Kali } einen rothbraunen Niederschlag, die Lösung enthält aber
 „ **Ammoniak** } noch etwas Eisenoxyd gelöst, welches sich erst nach
 längerer Zeit absetzt;

Bicarbonat von Kali und Ammoniak denselben Niederschlag wie die vorhergehenden unter Entwicklung von Kohlensäure, es bleibt aber noch mehr Oxyd gelöst;

Phosphorsaures Natron in neutralen Lösungen einen weissen Niederschlag, der durch Ammoniak anfangs braun wird und dann eine rothbraune Lösung giebt, wenn phosphorsaures Salz im Ueberschuss zugegen war. Findet das umgekehrte statt, so fällt ein basisches Salz, welches unlöslich im Ueberschuss von Ammoniak;

Cyankalium einen braunen im Ueberschuss fast ganz löslichen Niederschlag;

Kaliumeisencyanür einen blauen in Salzsäure unlöslichen Niederschlag;

Kaliumeisencyanid eine braune Färbung der Lösung;

Rhodankalium auch in sehr verdünnten Lösungen eine blutrothe Färbung;

Gallusabsud einen blauschwarzen Niederschlag, der sich in Säuren löst, durch Zusatz von Ammoniak aber wieder mit rothschwarzer Farbe gefällt wird;

Oxalsäure eine gelbliche Färbung;

Schwefelwasserstoff in neutralen Lösungen, wenn die Säure keine schwache ist, wie z. B. Essigsäure, eine milchichte Trübung von ausgeschiedenem Schwefel ($\text{Fe}, \text{H} = 2 \text{Fe}, \text{H}, \text{S}$), sonst aber einen schwarzen Niederschlag von Schwefeleisen;

Schwefelammonium in neutralen Lösungen einen schwarzen Niederschlag, der sich wie der aus einer Eisenoxydul-Lösung entstandene verhält.

Weinsteinsäure und viele nicht flüchtige organische Substanzen verhindern die Fällung des Eisenoxyds durch Alkalien, nicht aber durch Schwefelammonium. Eiweiss hält auch das Schwefeleisen sehr lange suspendirt, so dass dasselbe nicht abfiltrirt werden kann.

Eisenoxydverbindungen unterscheiden sich von denen des Oxyduls durch ihr Verhalten gegen Schwefelwasserstoff, Rhodankalium, Kaliumeisencyanid und Kaliumeisencyanür. Die Oxydulverbindungen zeichnen sich durch ihre reducirende Eigenschaft und durch ihr Verhalten gegen Salpetersäure aus.

Eisenoxyduloxyd (Fe Fe). Kommt in der Natur als Magneteisenstein vor. Dieser sowohl als die verschieden zusammengesetzte Verbindung von Eisenoxydul und Oxyd, welche durch Glühen des Eisens an der Luft erhalten wird, sind schwarz und magnetisch. Beim Luftausschluss in Salzsäure gelöst verhalten sie sich gegen Reagentien wie Eisenoxydul und Eisenoxyd, jedoch entsteht durch Zusatz von reinen und kohlensauren Alkalien ein braunschwarzer Niederschlag von Eisenoxyduloxydhydrat, der sich sehr leicht als schweres magnetisches Pulver absetzt.

Eisensäure Fe . Nur in Verbindung mit Basen, besonders mit Kali, bekannt. Im trocknen Zustande ist diese Verbindung dunkelroth, in Wasser gelöst bildet sie eine rothe Lösung, die aber bald unter Sauerstoffentwicklung und Abscheidung von Eisenoxydhydrat zersetzt wird. Durch Säuren, Ammoniak und Ammoniaksalze wird die Auflösung entfärbt, ebenso durch die meisten organischen Körper, wobei in einigen Fällen, z. B. durch die Weinsteinsäure, das gebildete Eisenoxyd gelöst bleibt, in anderen Fällen, wie durch Essigsäure dasselbe sich abscheidet.

Chlorbaryum liefert mit eisensaurem Kali einen rothen ziemlich beständigen Niederschlag.

Alle Eisenoxydverbindungen mit reducirenden Körpern und Soda gemengt, liefern beim Glühen pulverförmiges metallisches Eisen.

Mangan Mn. Grau, spröde von feinkörnigem Bruch, schwer schmelzbar, sp. Gew. 8. An der Luft oxydirt es sich schon bei gewöhnlicher Temperatur; mit Wasser entwickelt es Wasserstoff, ebenso mit wässerigen Säuren, im erstern Falle

bildet es Manganoxydhydrat, im letztern eine Manganoxydul-Verbindung. Salpetersäure löst es unter Stickstoffoxyd-Entwicklung auf.

Manganoxydul Mn. Bei nicht sehr hoher Temperatur dargestellt eine pulverförmige grüne Masse, die sich an der Luft sehr leicht höher oxydirt, bei sehr starker Glühhitze hingegen dargestellt bildet es eine grüne zusammengeschmolzene Masse, die sich nicht weiter oxydirt. Mit Wasser verbindet es sich zu einem weissen Hydrat, welches aber bald unter Bildung von Manganoxydhydrat braun wird. Die Manganoxydulsalze sind farblos, in dichten Massen haben sie einen Stich ins Rothe. Die neutralen Lösungen derselben verhalten sich gegen Lackmus indifferent. Durch Glühen beim Luftzutritt werden die meisten zersetzt, mit Ausnahme des schwefelsauren Salzes, welches nur bei sehr hoher Temperatur und sehr langem Glühen theilweise zersetzt wird.

In den Auflösungen derselben bringen hervor:

Kali einen weissen Niederschlag von Manganoxydulhydrat, der beim Luftzutritt sich allmählig dunkler färbt und zuletzt braunes Manganoxydhydrat (Mn H) bildet. Durch Ammoniaksalze wird die Fällung in der Kälte theilweise verhindert, aber auch hierbei findet eine allmähliche Oxydation und Ausscheidung von Oxydhydrat statt;

Ammoniak in neutralen Lösungen einen dem vorhergehenden ähnlichen Niederschlag. Ist die Lösung aber sehr sauer oder enthält sie viel Ammoniaksalze, so bleibt die Flüssigkeit klar, indem das Manganoxydulhydrat in Ammoniaksalzen löslich ist. Beim längeren Stehen findet eine Oxydation und eine Abscheidung von braunem Oxydhydrat statt;

Kohlensaures Kali einen weissen Niederschlag von kohlensaurem Manganoxydul, der in Ammoniaksalzen etwas löslich ist, sich in der Kälte an der Luft nicht oxydirt;

Kohlensaures Ammoniak dasselbe;

Bicarbonat von Kali einen weissen in vielem Wasser löslichen Niederschlag;

Phosphorsaures Natron einen weissen Niederschlag, dessen Bildung durch Ammoniak befördert wird. Für sich bräunt er sich nicht an der Luft, dieses geschieht nur bei Gegenwart von überschüssigem Ammoniak;

Cyankalium einen weisslichen, im Ueberschuss von Cyankalium mit brauner Farbe löslichen Niederschlag;

Kaliumeisencyanür einen weisslichen in freien Säuren löslichen Niederschlag;

Kaliumeisencyanid einen braunen in Säuren unlöslichen Niederschlag;

Oxalsäure in concentrirten Lösungen einen weissen Niederschlag, dessen Bildung durch Zusatz einer Basis befördert wird;

Bleisuperoxyd mit Salpetersäure erhitzt eine violettrothe Lösung;

Schwefelwasserstoff in sauren Lösungen keinen Niederschlag;

Schwefelammonium in neutralen Lösungen einen fleischfarbigen Niederschlag, bestehend aus einer Verbindung von Schwefelmangan mit Wasser, der in Schwefelammonium haltendem Wasser nicht ganz unlöslich, in freien Säuren leicht löslich ist, durch Liegen an der Luft wird derselbe leicht oxydirt.

Organische nicht flüchtige Körper verhindern meistens die Fällung des Manganoxyduls durch Alkalien, nicht aber durch Schwefelammonium.

Manganoxyd Mn, kommt in der Natur crystallisirt als Braunit vor. In dichten Massen ist es schwarz, als Pulver braun; das Hydrat dieses Oxyds ist ebenfalls im crystallisirten Zustand fast schwarz (Mn H) und liefert ein braunes Pulver. Es ist eine sehr schwache Basis, die sehr grosse Neigung hat, in Berührung mit

Säuren sich in Manganoxydul und Sauerstoff zu zersetzen. In kalter Chlorwasserstoffsäure löst es sich zu einer braunen Flüssigkeit auf, die nach Chlor riecht und Manganchlorid enthält. Beim Kochen wird dieselbe unter Chlorentwicklung und Bildung von Chlorür farblos ($\text{Mn Cl}^3 = 2\text{Mn Cl}, \text{Cl}$); durch viel Wasser werden die Lösungen unter Abscheidung von Manganoxydhydrat zersetzt.

In den Auflösungen desselben bringen hervor:

Kali	}	einen braunen Niederschlag von Manganoxydhydrat, auf dessen Entstehung Ammoniaksalze keinen Einfluss haben.
Ammoniak		
Kohlensaures Kali		
Kohlensaures Ammoniak		

Phosphorsaures Natron. In durch Ammoniak genau neutralisirten Lösungen einen hellbraunen Niederschlag von phosphorsaurem Manganoxyd;

Oxalsäure nach einiger Zeit eine Entfärbung ($\ddot{\text{Mn}}, \ddot{\text{C}} = 2\ddot{\text{Mn}}, 2\ddot{\text{C}}$);

Schwefelwasserstoff in sauren und neutralen Lösungen eine milchichte Trübung von ausgeschiedenem Schwefel, in der Lösung bleibt Manganoxydul ($\ddot{\text{Mn}}, \dot{\text{H}} = 2\ddot{\text{Mn}}, \dot{\text{H}}, \text{S}$);

Schwefelammonium in neutralen Lösungen einen fleischfarbigen Niederschlag;

Mangansuperoxyd $\ddot{\text{Mn}}$ kommt als Braunstein in der Natur crystallisirt vor. Es ist schwarz und liefert auch ein schwarzes Pulver. Beim starken Glühen zerfällt dasselbe in Sauerstoff und Manganoxyduloxyd ($3\ddot{\text{Mn}} = \ddot{\text{Mn}} \ddot{\text{Mn}}, 2\text{O}$). In der Kälte mit Chlorwasserstoffsäure behandelt bildet sich Manganchlorid und Chlor ($2\ddot{\text{Mn}}, 4\dot{\text{H}} \text{Cl} = \text{Mn Cl}^3, \text{Cl}, 4\dot{\text{H}}$). Mit Schwefelsäure erhitzt bildet es eine violette Lösung unter Sauerstoffentwicklung ($\ddot{\text{Mn}}, \ddot{\text{S}} = \ddot{\text{Mn}} \ddot{\text{S}}, 3\text{O}$). Oxalsäure zersetzt dasselbe unter Kohlensäure-Entwicklung ($\ddot{\text{Mn}}, \ddot{\text{C}} = \ddot{\text{Mn}}, 2\ddot{\text{C}}$).

Mangansäure $\ddot{\text{Mn}}$. Nur in ihren Verbindungen mit Basen bekannt. Sie bildet mit den Alkalien intensiv grün gefärbte Verbindungen, die aber von geringer Beständigkeit sind. Durch Zusatz von Säuren werden dieselben unter Abscheidung eines braunen Niederschlags von Mangansuperoxydhydrat violett gefärbt ($3\ddot{\text{Mn}} = \ddot{\text{Mn}} \ddot{\text{Mn}}, \ddot{\text{Mn}}$).

Schwefelichte Säure entfärbt dieselbe sogleich gänzlich ($\ddot{\text{Mn}}, 2\ddot{\text{S}} = \ddot{\text{Mn}} \ddot{\text{S}}, \ddot{\text{S}}$);

Chlorwasserstoffsäure bewirkt anfangs eine rothe Färbung, die beim Erwärmen unter Chlorentwicklung verschwindet.

Schwefelwasserstoff fällt Schwefelmangan und Schwefel ($\ddot{\text{Mn}}, 3\dot{\text{H}} = \dot{\text{Mn}}, 2\text{S}, 3\dot{\text{H}}$);

Schwefelammonium fällt Schwefelmangan.

Uebermangansäure $\ddot{\text{Mn}}$. In Wasser gelöst bildet sie eine intensiv violett gefärbte Flüssigkeit; dieselbe Färbung haben die Lösungen der Salze. Die Auflösung des Kalisalzes färbt sich allmählig grün, wobei verschiedene Zwischenstufen der Färbung bemerkbar sind. Ammoniak im Ueberschuss zugesetzt bewirkt unter Stickgas-Entwicklung eine Entfärbung und Abscheidung eines braunen Niederschlags ($\ddot{\text{Mn}}, \text{NH}^3 = 2\ddot{\text{Mn}}, 3\dot{\text{H}}, \text{N}$).

Schwefelichte Säure entfärbt dieselben augenblicklich ($\ddot{\text{Mn}}, 5\ddot{\text{S}} = 2\ddot{\text{Mn}} \ddot{\text{S}}, 3\ddot{\text{S}}$);

Chlorwasserstoffsäure beim Erwärmen entfärbt dieselben unter starker Chlorentwicklung ($\ddot{\text{Mn}}, 7\dot{\text{H}} \text{Cl} = 2\text{Mn Cl}, 7\dot{\text{H}}, 5\text{Cl}$);

Schwefelwasserstoff fällt Schwefelmangan und viel Schwefel ($\ddot{\text{Mn}}, 7\dot{\text{H}} = 2\dot{\text{Mn}}, 5\text{S}, 7\dot{\text{H}}$);

Organische Körper entfärben meistens die Auflösungen übermangansaurer Salze unter Kohlensäure-Entwicklung mit Ausnahme der Essigsäure.

Alle Oxydationsstufen des Mangans hinterlassen beim starken Glühen Mangan-oxyduloxyd ($\text{Mn} \ddot{\text{Mn}}$) Hausmannit. Am besten werden die Verbindungen desselben durch ihr Verhalten vor dem Löthrohr erkannt.

Uran U. Bildet ein schwarzes Pulver, brennbar, zersetzt das Wasser nicht, löst sich in verdünnten Säuren unter Wasserstoff-Entwicklung, verbindet sich mit Chlor und mit Schwefel unter Feuererscheinung.

Uranoxydul Ü. Ist entweder ein dunkelgrünes crystallinisches glänzendes oder ein braunes amorphes Pulver. Im crystallinischen Zustand wird es von Schwefelsäure und Chlorwasserstoffsäure schwach angegriffen, von Salpetersäure aber höher oxydirt und gelöst. Mit Wasser verbindet es sich zu einem braunen Hydrat ($\ddot{\text{U}} \ddot{\text{H}}$); es ist eine schwache Basis. Die Salze derselben sind grün gefärbt.

In der Lösung derselben bringen hervor:

Kali } einen braunen Niederschlag von Uranoxydulhydrat;
Ammoniak }

Phosphorsaures Natron einen gallertartigen grünen Niederschlag;

Oxalsäure einen weissen Niederschlag ($\ddot{\text{U}} \ddot{\text{E}} + 3 \ddot{\text{H}}$);

Schwefelwasserstoff in sauren und neutralen Lösungen keinen Niederschlag;

Schwefelammonium in neutralen Lösungen einen schwarzen Niederschlag;

Uranoxyd Ü. Ein ziegelrothes Pulver, mit Wasser bildet es ein hellgelbes Hydrat $\ddot{\text{U}} \ddot{\text{H}}^2$. Es ist eine schwache Basis, die sich gegen starke Basen wie eine Säure verhält. Die Salze sind gelb, röthen das Lackmuspapier und werden meistens durch Glühen beim Luftzutritt zersetzt.

In den Lösungen derselben bringen hervor:

Kali } einen gelben Niederschlag, bestehend aus einer Verbindung des
Ammoniak } Uranoxyds mit dem Fällungsmittel;

Kohlensaures Kali einen gelben im Ueberschuss des Fällungsmittels löslichen Niederschlag. Aus dieser Lösung setzt sich nach längerer Zeit ein gelber Niederschlag ab.

Bicarbonat von Kali } einen gelben, im Ueberschuss leicht löslichen Nieder-
Kohlensaures Ammoniak } schlag. Aus dieser Lösung scheidet sich von selbst
kein Niederschlag ab, wohl aber durch Zusatz von
Kali;

Phosphorsaures Natron einen hellgelben Niederschlag;

Kaliumeisencyanür einen rothbraunen Niederschlag;

Kaliumeisencyanid keinen Niederschlag;

Schwefelwasserstoff in neutralen und sauren Lösungen keinen Niederschlag;

Schwefelammonium in neutralen Lösungen einen braunen Niederschlag; die überstehende Flüssigkeit ist anfangs schwarz gefärbt, nach einiger Zeit setzt sich aber der Niederschlag vollständig und die Lösung wird farblos;

Organische Substanzen, die nicht flüchtig sind, verhindern die Fällung des Uranoxyds durch Alkalien. Alkohol reducirt dasselbe zu Oxydul bei Einwirkung des Sonnenlichtes.

Uranoxyduloxyd $\ddot{U} \ddot{U}$. Ein dunkelgrünes Pulver. Löst sich in verdünnten Säuren schwer auf mit Ausnahme der Salpetersäure, die dasselbe oxydirt. Concentrirte Schwefelsäure löst es zu einer grünen Flüssigkeit.

In dieser Lösung bringen hervor:

Kali } einen voluminösen braunen Niederschlag von Oxyduloxydhydrat;
Ammoniak }
Bicarbonat von Kali } einen schmutzig grünen im Ueberschuss löslichen Nieder-
Kohlensaures Ammoniak } schlag;
Oxalsäure einen schmutzig grünen Niederschlag;
Schwefelwasserstoff keinen Niederschlag;
Schwefelammonium in neutralen Lösungen einen schwarzen Niederschlag.

Chrom Cr, grauweiss, spröde sehr schwer schmelzbar, sp. G. 5,9. Im zusammengeschmolzenen Zustand verändert es sich an der Luft nicht und selbst beim starken Erhitzen nur unbedeutend, von den meisten Säuren wird es gar nicht angegriffen, Königswasser wirkt nur wenig darauf ein, Fluorwasserstoffsäure bildet unter Wasserstoff-Entwicklung Chromfluorid. Im pulverförmigen Zustand hingegen entzündet es sich schon beim gelinden Erhitzen, zersetzt Salzsäure unter Wasserstoff-Entwicklung und wird von Salpetersäure stark angegriffen.

Chromoxydul $\ddot{C}r$. Das Hydrat dieses in reinem Zustande unbekannten Oxyds ist gelb und wird beim Trocknen dunkelbraun. Es ist sehr unbeständig und hat grosse Neigung sich höher zu oxydiren. Die Salze desselben geben blaue Lösungen und sind auch wenig beständig. Kali bringt in denselben unter Wasserstoff-Entwicklung einen braunen Niederschlag von Chromoxyduloxydhydrat hervor ($\ddot{C}r \ddot{E}r + \ddot{H}$).

Schwefelammonium fällt aus demselben schwarzes, im Ueberschuss des Fällungsmittels unlösliches Schwefelchrom.

Chromoxyd $\ddot{E}r$ kommt in verschiedenen Modificationen vor:

1. in Säuren selbst beim Kochen unlöslich, entweder als metallisch glänzende harte Krystalle von 5,21 spec. Gew. oder als dunkelgrünes Pulver.
2. in Säuren leicht löslich. Ist bei der Darstellung der Lösung eine Temperatur-Erhöhung vermieden worden, so ist dieselbe violett-roth gefärbt, durch Kochen geht die violette Färbung in eine smaragdgrüne über. Das Chromoxydhydrat ($\ddot{E}r \ddot{H}^6$) bildet ein graugrünes Pulver, das beim Erhitzen an der Luft zuerst das Wasser verliert, dann sich in braunes Chromsuperoxyd umwandelt, welches beim stärkern Erhitzen unter Lichterscheinung Sauerstoff abgibt und unlösliches Chromoxyd bildet. Das Chromoxyd ist eine schwache Basis, wird aber nicht durch Wasser gefällt, die Salze desselben sind entweder violettroth oder grün, die neutralen röthen das Lackmuspapier, die in Wasser löslichen werden durch Glühen zersetzt.

In den Auflösungen ¹⁾ derselben bringen hervor:

Kali einen hellgrünen Niederschlag, der sich in der Kälte in einem Ueberschuss von Kali löst, durch Kochen für sich oder auf Zusatz von Salmiak aber wieder gefällt wird;

¹⁾ Das violette Chromchlorid ist in Wasser und Säuren unlöslich, wird aber durch geringe Mengen von reducirenden Körpern löslich.

Ammoniak einen blaugrünen Niederschlag, der sich in der Kälte etwas in überschüssigen Ammoniak zu einer rothen Flüssigkeit auflöst, die aber durch Kochen unter Abscheidung von Chromoxyd sich wieder entfärbt. (Enthält eine blaue Lösung schwefelichte Säure, so entsteht durch Ammoniak eine violettblaue Lösung, aus welcher sich erst nach sehr langer Zeit ein Theil des Oxyds mit blauer Farbe abscheidet. Eine grüne Auflösung liefert unter denselben Umständen sofort einen grünen Niederschlag, indess die überstehende Flüssigkeit roth gefärbt ist.)

Kohlensaures Kali einen hellgrünen in einem sehr grossen Ueberschuss des Fällungsmittels löslichen Niederschlag;

Bicarbonat von Kali } unter Aufbrausen einen hellgrünen in einem Ueberschuss
Kohlensaures Ammoniak } löslichen Niederschlag;

Phosphorsaures Natron. In blauen Lösungen sofort einen violettblauen Niederschlag. In grünen erst nach einiger Zeit einen gallertartigen grünen Niederschlag;

Schwefelwasserstoff in neutralen und sauren Lösungen keinen Niederschlag;

Schwefelammonium in neutralen Lösungen einen graugrünen Niederschlag von Chromoxydhydrat, indess Schwefelwasserstoff entweicht;

Weinsteinsäure und nicht flüchtige organische Körper verhindern die Fällung des Chromoxyds durch Ammoniak besonders beim Erwärmen; die Lösung hat eine grüne Farbe.

Die unlösliche Modification des Chromoxyds sowie andere unlösliche Verbindungen desselben können am leichtesten dadurch erkannt werden, dass man sie mit einem Gemenge von gleichen Theilen kohlensauren und salpetersauren Kali's mengt und schmilzt, es bildet sich hierbei chromsaures Alkali, welches, wie weiter unten angegeben, erkannt werden kann.

Chromsuperoxyd Cr. Ist ein braunes Pulver, welches mit Chlorwasserstoffsäure Chlor entwickelt. Es kann wie das unlösliche Chromoxyd erkannt werden.

Chromsäure Cr. Bildet rothe Krystalle oder ein carmoisinrothes Pulver, zieht leicht Feuchtigkeit an und bildet alsdann eine braune Flüssigkeit. An oxydirbare Körper giebt sie leicht Sauerstoff ab unter Bildung von Chromoxyd, beim Glühen findet dasselbe statt. Sie kann sich mit Chromsuperchlorid zu einer rothen stark rauchenden Flüssigkeit ($\text{Cr Cl}^3 + 2 \text{ Cr}$) verbinden, die mit Wasser eine Chromsäure und Salzsäure haltende Lösung bildet. Die chromsauren Salze sind roth oder gelb und sind meistens mit Ausnahme der Verbindungen mit Alkalien in Wasser unlöslich. Die sauren Salze der Alkalien werden durch Glühen auf die Art zersetzt, dass ein neutrales Salz entsteht und die überschüssige Chromsäure in Oxyd verwandelt wird; dasselbe findet bei den Verbindungen derselben mit schwachen Basen statt.

Schwefelsäure zersetzt dieselben, indem sie die Säure abscheidet; wird dieselbe mit trockenen chromsauren Salzen erhitzt, so bildet sich unter Sauerstoff-Entwicklung schwefelsaures Oxyd. Salpeterichte Säure reducirt dieselbe, Chlorwasserstoffsäure ebenfalls, besonders leicht beim Erwärmen unter Chlor-Entwicklung und Bildung einer grünen Auflösung. Durch Zusatz von Alkohol kann die Reduction noch mehr befördert werden.

In der Auflösung eines chromsauren Alkalis bringen hervor:

Chlorbarium einen gelben in Salzsäure löslichen Niederschlag;

Salpetersaures Silberoxyd einen rothbraunen in Salpetersäure und in Ammoniak löslichen Niederschlag;

Essigsaures Bleioxyd einen gelben in verdünnter Salpetersäure unlöslichen Niederschlag, der durch Kochen mit Ammoniak roth wird;

Eisenoxydulsalze anfangs einen braunen Niederschlag; durch einen Ueberschuss des Oxydulsalzes entsteht eine grüne Lösung.

Zinnchlorid auf Zusatz von Salzsäure eine grüne Lösung. $2 \ddot{\text{Cr}}, 3 \text{Sn} \text{Cl}, 3 \text{HCl} = \ddot{\text{Cr}}, 3 \text{Sn} \text{Cl}^2, 3 \text{H}$;

Schwefelwasserstoff in einer angesäuerten Lösung eine milchichte Trübung von ausgeschiedenem Schwefel, beim Erwärmen ist diese Trübung geringer, indem sich hierbei mehr Schwefelsäure bildet. Die filtrirte Flüssigkeit ist grün und enthält Chromoxyd;

Schwefelammonium beim Erwärmen einen graugrünen Niederschlag;

Schwefelichte Säure eine grüne Färbung besonders beim Erwärmen durch Reduction zu Oxyd ($2 \ddot{\text{Cr}}, 3 \ddot{\text{S}} = \ddot{\text{Cr}}, 3 \ddot{\text{S}}$);

Oxalsäure besonders beim Erwärmen eine Reduction zu Oxyd unter Kohlensäure-Entwicklung ($2 \ddot{\text{Cr}}, 3 \ddot{\text{O}} = \ddot{\text{Cr}}, 6 \ddot{\text{O}}$); die Lösung hat eine rothviolette Farbe und giebt mit Ammoniak im Ueberschuss keinen Niederschlag. Aehnlich verhalten sich andere nicht flüchtige organische Säuren.

Aluminium Al. Ist im reinen Zustand ein weisses, etwas bläuliches Metall, das im gewöhnlichen Zustand weich ist, durch Hämmern aber bedeutend fest wird, es ist sehr dehnbar, etwas magnetisch. Schmelzpunkt unter 1000° sp. G. 2,56—2,67. An der Luft verändert es sich nicht, es zersetzt das Wasser bei Rothgluth nicht, bei noch höherer Temperatur nur sehr schwach. Sauerstoffsäuren wirken bei gewöhnlicher Temperatur nicht darauf ein, Chlorwasserstoffsäure löst es unter Wasserstoff-Entwicklung.

Aluminumoxyd Äl. Kommt in der Natur krystallisirt vor, künstlich gewonnen bildet es ein weisses hygroskopisches in Wasser unlösliches Pulver, welches sich im ungeglühten Zustand leicht in Säuren löst, durch Glühen aber unlöslich wird. Durch Schmelzen mit zweifach schwefelsaurem Kali und Behandeln mit Wasser kann eine solche unlösliche Thonerde gelöst werden. Mit Wasser verbindet sie sich zu einem gallertartigen Hydrat $\ddot{\text{Al}} \text{H}^3$, welches zu einer hornartigen Masse eintrocknen kann. Die Thonerde ist eine schwache Basis, die Salze derselben sind farblos, die neutralen röthen Lackmus und die löslichen werden durch starkes Glühen zersetzt.

In den Auflösungen der Thonerde bringen hervor:

Kali einen weissen gallertartigen Niederschlag, der sich im Ueberschuss von Kali leicht löst. Durch vorsichtiges Neutralisiren dieser Lösung mit einer Säure wird sie wieder gefällt, ebenso durch Erwärmen mit einem Ammoniaksalz;

Ammoniak denselben Niederschlag, der sich aber nur sehr wenig im überschüssigen Ammoniak löst;

Kohlensaures Kali unter Kohlensäure-Entwicklung einen Niederschlag von Hydrat, der in einem grossen Ueberschuss etwas löslich ist.

Kohlensaures Ammoniak denselben Niederschlag, der in einem Ueberschuss von kohlensaurem Ammoniak fast ganz unlöslich ist;

Phosphorsaures Natron einen Niederschlag von phosphorsaurer Thonerde, der grosse Aehnlichkeit mit dem Thonerdehydrat hat, sich auch demselben sehr ähnlich gegen Reagentien verhält;

Schwefelsaures Kali oder **Ammoniak** und etwas Schwefelsäure bei einiger Concentration der Lösung nach einiger Zeit octaëdrische Crystalle von Alaun;

Kalliumeisencyanür nach einiger Zeit einen gallertartigen Niederschlag;

Schwefelwasserstoff weder in neutralen noch sauren Lösungen irgend eine Veränderung;

Schwefelammonium einen weissen in Kali löslichen Niederschlag von Thonerdehydrat unter gleichzeitiger Entwicklung von Schwefelwasserstoff.

Weinsteinsäure und viele andere nicht flüchtige organische Körper verhindern die Fällung der Thonerde; dieselbe ist bei Gegenwart solcher Körper erst dann nachzuweisen, wenn dieselben vorher durch Glühen zerstört sind und aus dem Rückstand die Thonerde durch eine Säure wieder ausgezogen worden ist;

Baryum Ba. Weiss, glänzend, dehnbar, sp. Gew. über 1,85, nicht flüchtig; an der Luft oxydirt es sich allmählig, zersetzt das Wasser für sich allein und bei Gegenwart von Säuren.

Baryumoxyd Ba. Die Baryterde ist grauweiss, nur bei sehr hoher Temperatur schmelzbar, nicht flüchtig, eine sehr starke Basis. Sie verbindet sich mit dem Wasser unter Temperatur-Erhöhung zu einem Hydrat, welches in 2 Th. kochendem und 20 Th. kaltem Wasser löslich ist. Die Auflösung ist ätzend und zieht aus der Luft begierig Kohlensäure an. Die Barytsalze mit farblosen Säuren sind farblos, sie wirken auf Lackmuspapier nicht verändernd ein.

In den Lösungen der Barytsalze bringen hervor:

Kali einen voluminösen Niederschlag von Baryterdehydrat, wenn die Lösung concentrirt ist;

Ammoniak in der Kälte keinen, beim Erwärmen nur einen sehr geringen Niederschlag. Ein solches Gemenge zieht ausserordentlich begierig Kohlensäure an;

Kohlensaure Alkalien einen weissen, in verdünnten Säuren löslichen Niederschlag;

Phosphorsaures Natron einen weissen, in verdünnter Salzsäure löslichen Niederschlag, der durch Ammoniak aus dieser Lösung wieder gefällt wird;

Bernsteinsaures Ammoniak in concentrirten Lösungen sofort, in verdünnten erst nach einiger Zeit einen in Säuren löslichen Niederschlag;

Kaliumeisencyanür in concentrirten Lösungen nach einiger Zeit einen gelblich-weissen crystallinischen Niederschlag von Kalium und Baryumeisencyanür ($2 K Cy + Fe Cy + (2 Ba Cy + Fe Cy) + 6 H$);

Schwefelsäure auch bei sehr grosser Verdünnung einen in Wasser und verdünnten Säuren unlöslichen pulverförmigen Niederschlag. Ebenso verhalten sich die schwefelsauren Salze, auch wenn die Lösung sehr wenig Schwefelsäure enthält wie z. B. eine Auflösung von schwefelsaurer Kalkerde;

Kieselfluorwasserstoffsäure einen krystallinischen in verdünnten Säuren fast unlöslichen Niederschlag von Kieselfluorbaryum ($3 Ba F + 2 Si F^3$). In verdünnten Lösungen wird die Abscheidung desselben durch Erwärmen befördert;

Chromsäure und lösliche Salze derselben geben einen gelben Niederschlag, der sich in Säuren löst und durch Ammoniak aus dieser Lösung wieder gefällt wird. Besonders charakteristisch ist das Verhalten der chromsauren Strontianerde, die nur mit Barytsalzen einen Niederschlag giebt;

Barytsalze färben die Alkoholflamme gelblich-grün. Die meisten derselben (z. B. Chlorbaryum) sind in Alkohol unlöslich. Gegen Schwefelwasserstoff, so wie gegen Schwefelammonium verhalten sich dieselben wie die später noch abzuhandelnden Metallsalze indifferent.

In der schwefelsauren Baryterde kann die Baryterde erst nach Zersetzung dieser Verbindung nachgewiesen werden, welche wie bei der Untersuchung der unlöslichen Bleisalze durch Schmelzen mit kohlensaurem Kali-Natron oder durch Kochen mit einer Auflösung von kohlensaurem Natron geschieht. Soll eine in Wasser unlösliche Barytverbindung in Salz- oder Salpetersäure gelöst werden, so müssen diese Säuren in verdünntem Zustand angewandt werden, da die löslichen Barytsalze aus ihrer Lösung durch concentrirte Säuren abgeschieden werden, wenn sie auch mit den Säuren selbst in Wasser lösliche Verbindungen bilden. Bei Gegenwart vieler organischer Körper ist es zweckmässig, dieselben vorher durch Glühen zu zerstören und dann erst auf Baryt zu prüfen.

Strontium Sr. Wenig bekannt, hat Aehnlichkeit mit dem Baryum.

Strontiumoxyd Sr. Die Strontianerde hat sowohl im reinen Zustande als in ihrer Verbindung mit Wasser die grösste Aehnlichkeit mit der Baryterde; sie ist nur etwas schwerer löslich in Wasser. Ebenso verhalten sich im Allgemeinen die Salze derselben wie die der Baryterde.

Gegen Auflösungen von Strontianerdesalze verhalten sich:

Kali

Ammoniak

Kohlensaures Kali

Kohlensaures Ammoniak

Phosphorsaures Natron

} wie gegen Barytsalze;

Barytwasser fällt aus concentrirten Lösungen Strontianerdehydrat;

Bernsteinsaures Ammoniak giebt auch in sehr concentrirten Lösungen erst nach einiger Zeit eine Trübung;

Kaliumeisencyanür erzeugt in den concentrirtesten Lösungen erst nach längerer Zeit eine Trübung;

Chromsäure und saure chromsaure Salze

Kieselfluorwasserstoffsäure

} geben keinen Niederschlag;

Schwefelsäure giebt einen Niederschlag, der in einzelnen Fällen anfangs gallertartig ist, und erst nach längerem Stehen pulverförmig wird. Die schwefelsaure Strontianerde ist nicht so unlöslich, als das entsprechende Barytsalz, daher bildet eine Lösung von schwefelsaurem Kalk auch erst nach einiger Zeit einen Niederschlag in Strontianlösungen;

Oxalsäure giebt noch in sehr verdünnten neutralen Lösungen nach einiger Zeit einen Niederschlag, der durch Zusatz von Ammoniak vermehrt wird.

Die Strontianverbindungen färben die Flamme des Alkohols carminroth. Chlorstrontium ist in Alkohol löslich (Unterschied von Chlorbaryum).

Schwefelsaure Strontianerde wird auf dieselbe Weise aufgeschlossen, wie die entsprechende Barytverbindung. Sie unterscheidet sich von dieser dadurch, dass sie, wenn auch in sehr geringem Grade, in Wasser löslich ist, so dass eine solche Lösung mit Barytsalzen einen Niederschlag hervorbringt, ausserdem noch dadurch, dass sie durch Kochen mit kohlensaurem Ammoniak zersetzt wird, was mit der entsprechenden Barytverbindung nicht der Fall ist. Bei Gegenwart vieler organischer Körper verfährt man wie bei Baryt.

Calcium Ca. Ein weisses Metall, das sich an der Luft sehr schnell oxydirt ebenso dem Wasser den Sauerstoff entzieht.

Calciumoxyd Ca. Die Kalkerde ist weiss, leicht zerreiblich, sp. G. 2,3, wirkt ätzend. Sie ist eine sehr starke Basis, hat sehr grosse Verwandtschaft zum Wasser, mit welchem sie sich unter Wärme-Entwicklung und bedeutender Volumenvergrösserung verbindet. Das Kalkerdehydrat (Ca H) ist ein weisses lockeres Pulver, welches sich bei 0° in 656, bei 100° aber nur in 1280 Th. Wasser löst. Eine solche Lösung schmeckt schwach ätzend und zieht begierig Kohlensäure an. Die Salze der Kalkerde verhalten sich gegen Lackmus indifferent, die löslichen werden durch Glühen gar nicht oder nur sehr wenig zersetzt. Sie sind meist farblos.

In den Lösungen derselben bringen hervor:

Kali	}	Erscheinungen, die denen in einem Barytsalz hervorgebrachten ähnlich sind. Nur ist der kohlen-saure Kalk anfangs voluminös, senkt sich aber in der Kälte nach einiger Zeit, durch Kochen sofort;
Ammoniak		
Kohlensaures Kali		
Kohlensaures Ammoniak		
Phosphorsaures Natron		

Bersteinsaures Ammoniak in mässig concentrirten Lösungen keinen Niederschlag;

Barytwasser einen Niederschlag von Kalkerdehydrat;

Kaliumeiscyanür nach einiger Zeit, bei Gegenwart von Salmiak sofort einen in Salzsäure unlöslichen Niederschlag, der dem Barytsalz analog zusammengesetzt ist;

Schwefelsäure in sehr verdünnten Lösungen keinen, in weniger verdünnten oder concentrirten Lösungen einen voluminösen Niederschlag, der aber in vielem Wasser löslich ist. Eine Gypslösung giebt unter keinen Umständen einen Niederschlag.

Auf Zusatz von Alkohol kann durch Schwefelsäure auch in verdünnten Lösungen ein Niederschlag hervorgebracht werden.

Chromsäure	}	keinen Niederschlag;
Saure und neutrale chromsaure Salze		
Kieselfluorwasserstoffsäure		

Oxalsäure, auch in den verdünntesten Auflösungen einen, in starken Säuren löslichen, in Essigsäure unlöslichen Niederschlag. Bei Gegenwart einer starken Säure kann derselbe durch Zusatz von Ammoniak hervorgebracht werden;

Schwefelsaure Kalkerde ist, wenn auch schwer, doch in Wasser löslich, und kann in dieser Lösung durch Oxalsäure nachgewiesen werden. Sie kann auch, wie die schwefelsaure Baryterde, durch kohlen-saures Natron aufgeschlossen und dann erkannt werden, eben so durch Schütteln mit kohlen-saurem Ammoniak;

Chlorcalcium ist in Alkohol löslich (Unterschied von Chlorbaryum);

Salpetersaure Kalkerde ist in Alkohol löslich (Unterschied von salpetersaurer Strontianerde);

Kalksalze färben die Flamme des Alkohols gelbroth. Bei Gegenwart vieler organischer Körper ist zum Nachweis der Kalkerde wie bei Baryt- und Strontianverbindungen zu verfahren.

Magnesium Mg. Weiss, glänzend, hart und dehnbar, schmilzt bei ungefähr 1000°, verändert sich an trockener Luft nicht, an feuchter Luft verliert es seinen Metallglanz. Bis zum Rothglühen in der Luft oder im Sauerstoff erhitzt, verbrennt es unter lebhafter Feuererscheinung. Durch Wasser wird es bei gewöhnlicher Tem-

peratur nicht angegriffen. Verdünnte Säuren lösen es unter Wasserstoff-Entwicklung auf.

Magnesiumoxyd Mg bildet künstlich dargestellt ein leichtes, weisses, unschmelzbares Pulver. Die Magnesia ist in Wasser sehr schwer löslich (ungefähr in 5000 Th.). Mit Wasser befeuchtet bläut sie Lackmuspapier. Die Salze derselben mit ungefärbten Säuren sind farblos, sie verhalten sich indifferent gegen Lackmuspapier, die löslichen werden durch Glühen beim Luftzutritt zersetzt, mit Ausnahme des schwefelsauren Salzes, welches nur bei sehr hoher Temperatur einen Theil der Schwefelsäure verliert.

In den Lösungen der Salze bringen hervor:

Kali einen voluminösen Niederschlag von Magnesiahydrat ($Mg\ H$) durch eine grosse Menge eines Ammoniaksalzes wird die Fällung in der Kälte verhindert;

Barytwasser denselben;

Ammoniak einen voluminösen Niederschlag, wenn die Lösung neutral ist. Enthält dieselbe Ammoniaksalze oder ist sie sehr sauer, so dass durch Zusatz von Ammoniak ein solches gebildet wird, so entsteht kein Niederschlag;

Kohlensaures Kali einen Niederschlag von basisch kohlensaurer Magnesia, dessen Entstehung ebenfalls durch Ammoniaksalze verhindert wird. Durch Erwärmen wird die Fällung befördert;

Bicarbonate von Alkalien in der Kälte keinen Niederschlag; beim Kochen verhalten sie sich unter Kohlensäure-Entwicklung, wie die einfach-kohlensauren Salze;

Kohlensaures Ammoniak in der Kälte keinen oder nur einen unbedeutenden Niederschlag. Durch Kochen entsteht ein solcher, wenn keine andern Ammoniaksalze zugegen sind;

Phosphorsaures Natron in der Kälte nur in concentrirten Lösungen einen Niederschlag; auf Zusatz von Ammoniak aber auch in sehr verdünnten Lösungen einen crystallinischen Niederschlag von phosphorsaurer Ammoniakmagnesia ($Mg\ NH\ P + 12H$), dessen Abscheidung durch Erwärmen und durch Umrühren befördert wird. Dieser Niederschlag ist in reinem Wasser nicht ganz unlöslich, in Ammoniakhaltendem Wasser aber vollständig unlöslich. Ammoniaksalze verhindern die Entstehung desselben nicht;

Kallumeisencyanür einen Niederschlag, der mit dem in Barytlösungen durch dieses Reagens entstehenden analoge Zusammensetzung hat; durch Zusatz von Salmiak wird die Abscheidung befördert;

Oxalsäure in neutralen Lösungen keinen Niederschlag; durch Zusatz von Ammoniak kann aber ein solcher hervorgebracht werden, wenn die Menge der zugesetzten Säure nicht sehr gross war, ist dieses aber der Fall, oder enthält die Lösung viel Ammoniaksalze, so entsteht durch dies Reagens kein Niederschlag;

Schwefelsäure

Kieselfluorwasserstoffsäure

} keinen Niederschlag;

Magnesiumsalze färben die Alkoholflamme nicht;

Nicht flüchtige organische Körper verhindern die Fällung durch phosphorsaures Natron nicht.

Natrium Na. ist weiss stark glänzend, unter dem Gefrierpunkt spröde, bei gewöhnlicher Temperatur dehnbar, bei 50° weich, schmilzt bei 90° , bei Rothgluth verflüchtigt es sich. Sp. Gew. 0,972. An trockner Luft verändert es sich nicht, an feuchter Luft oxydirt es sich und überzieht sich mit einer Rinde von Natron-

hydrat. Bis zum Glühen erhitzt, entzündet es sich und brennt mit gelber Flamme; es zersetzt das Wasser unter heftiger Wasserstoff-Entwicklung ohne sich von selbst zu entzünden, dieses geschieht nur dann, wenn dem Wasser ein verdickendes Mittel zugesetzt worden, die Flamme ist dann ebenfalls gelb.

Natriumoxyd Na ist eine sehr starke Basis, es verbindet sich mit Wasser in mehreren Verhältnissen, mit einem Atom zu einer so constanten Verbindung, dass dieselbe bei Rothgluth unzersetzt verflüchtigt werden kann. Die Salze des Natrons sind farblos, wenn die Säure ungefärbt ist, sie verhalten sich gegen Lackmus indifferent mit einigen Ausnahmen, in welchen eine alkalische Reaktion stattfindet, verwittern meistens an der Luft; sie sind fast alle in Wasser löslich, werden, wenn die Säure bei erhöhter Temperatur beständig ist, durch Glühen nicht zersetzt, die Haloidsalze sind bei sehr hoher Temperatur flüchtig.

In den Lösungen derselben bringen hervor;

Antimonsaures Kali wenn die Lösung neutral ist einen crystallinischen Niederschlag;

Platinchlorid

Ueberchlorsäure

Weinsteinsäure

Pikrinsalpetersäure

} wenigstens in nicht zu
concentrirten Lösungen

keinen Niederschlag;

Kieselfluorwasserstoffsäure in nicht zu verdünnten Lösungen einen gallertartigen Niederschlag.

Am besten lassen sich die Natronsalze dadurch erkennen, dass sie die Flamme des Alkohols und des Löthrohrs stark gelb färben. Ausserordentlich geringe Mengen ($\frac{1}{10,000}$) lassen sich in einer Flüssigkeit noch dadurch erkennen, dass man einen Tropfen derselben auf eine Glasplatte bringt, etwas Platinchlorid zusetzt, crystallisiren lässt und nun die Platte zwischen die polarisirenden Prismen unter das Mikroskop bringt, jeder Crystall von Natriumplatinchlorid erhellt das dunkle Feld.

Kalium K. Ein weisses Metall, bei 0° spröde, bei 15° weich, bei 55° flüssig, bei Rothgluth flüchtig, sp. Gew. 0,865. Bei gewöhnlicher Temperatur oxydirt es sich an feuchter Luft, beim Erhitzen unter Feuererscheinung; es zersetzt das Wasser sehr heftig und unter Verbreitung einer rothvioletten Flamme.

Kaliumoxyd K. Das Kali ist die stärkste aller Basen, es hat so grosse Verwandtschaft zum Wasser, mit welchem es sich in verschiedenen Verhältnissen verbinden kann, dass die Darstellung des reinen Kaliumoxyds mit grossen Schwierigkeiten verbunden ist. Das Hydrat, welches 1 At H enthält, ist crystallinisch, sehr ätzend, äusserst stark alkalisch, in Wasser und Alkohol löslich. Die Salze des Kali's mit ungefärbten Säuren sind farblos, sie reagiren meistens neutral, einige alkalisch, sie werden durch Glühen nicht zersetzt, wenn die Säure beständig ist, einige sind flüchtig, z. B. die Haloidsalze.

In den Lösungen derselben bringen hervor:

Schwefelsaure Thonerde und Schwefelsäure bei nicht zu grosser Verdünnung eine Abscheidung von Alauncrystallen;

Weinsteinsäure in nicht zu verdünnten Lösungen einen crystallinischen schweren Niederschlag von zweifach weinsaurem Kali, der sich durch seine Schwere von dem entsprechenden voluminösen Natronsalz unterscheidet. Durch starke Säuren wird dasselbe gelöst, durch Schütteln und Zusatz von Alkohol die Abscheidung befördert;

Platinchlorid besonders bei Gegenwart von Salzsäure einen gelben crystallinischen Niederschlag, der in Alkohol unlöslich ist;

Kieselfluorwasserstoffsäure im Ueberschuss zugesetzt einen gallertartigen Niederschlag, der sich aus verdünnten Lösungen sehr schwer absetzt;

Pikrinsalpetersäure einen gelben in Alkohol unlöslichen Niederschlag;

Ueberchlorsäure einen weissen in Alkohol unlöslichen Niederschlag.

Kalisalze färben die Flamme blauviolett.

Ammonium NH^4 . Ein hypothetisches Radikal, dessen Sauerstoffverbindung, die auch als Ammoniakhydrat betrachtet werden kann, sehr starke basische Eigenschaften und mit den entsprechenden Kaliverbindungen sehr grosse Aehnlichkeit besitzt. Das Ammoniak hat einen sehr starken eigenthümlichen Geruch, ist flüchtig bläut stark geröthetes Lackmuspapier, wirkt ätzend. Die Salze desselben mit ungefärbten Säuren sind farblos, gegen Lackmus verhalten sie sich wie die Kalisalze, sie werden bei erhöhter Temperatur alle verflüchtigt oder zersetzt.

In den Auflösungen derselben bringen hervor:

Platinchlorid einen gelben in Alkohol unlöslichen Niederschlag, der beim Glühen metallisches Platin zurücklässt;

Schwefelsaure Thonerde Crystalle von Alaun;

Weinsteinsäure nur in concentrirten Lösungen einen crystallinischen Niederschlag;

Phosphorsaure Molybdänsäure ¹⁾ in angesäuerten Lösungen auch bei der stärksten Verdünnung einen gelben in alkalischen Flüssigkeiten löslichen Niederschlag.

Alle Ammoniakverbindungen sind noch daran zu erkennen, dass sie mit Kali übergossen Ammoniak entwickeln, welches nun durch seinen Geruch, durch die weissen Nebel, welche ein mit Salzsäure befeuchteter Glasstab bei seiner Näherung zeigt, und noch daran erkannt werden kann, dass das Gas in eine Auflösung von salpetersaurem Quecksilberoxydul geleitet, eine Schwärzung hervorbringt. Es ist jedoch hierbei zu beachten, dass Verbindungen, in welchen das Ammoniak nicht präexistirt, wie z. B. die Amide, sich ähnlich verhalten. Die grosse Uebereinstimmung, welche die Ammoniaksalze in ihrem Verhalten gegen Reagentien mit den Kalisalzen haben, muss beim Untersuchen auf letztere besonders berücksichtigt werden. Es ist deshalb nothwendig, die Ammoniaksalze vorher durch Glühen zu verjagen.

¹⁾ Dieses Reagens stellt man auf folgende Weise dar: der in molybdänsaurem Ammoniak durch Phosphorsäure hervorgebrachte Niederschlag wird in Wasser suspendirt und dann so lange kohlen-saures Natron zugesetzt, bis er vollständig gelöst ist; die Lösung wird abgedampft und geglüht, der geglühte Rückstand zur Oxydation der etwa reducirten Molybdänsäure mit Salpetersäure befeuchtet und wieder geglüht. Nach dem Erkalten löst man nun die geglühte Masse in Wasser und Salpetersäure auf, wodurch eine gelb gefärbte klare Flüssigkeit entsteht, die auch mit einer sehr kleinen Menge einer Ammoniakverbindung noch einen gelben Niederschlag hervorbringt. Nur concentrirte Kalilösungen verhalten sich ähnlich.

B. Metalloide.

Schwefel kommt in verschiedenen Modificationen vor:

- | | | |
|---|---|------------------------------------|
| 1) gelb, durchscheinend, von muscheligem Bruch,
octaëdrisch crystallisirend, sp. G. 2,06—2,07, | } | in Schwefelkohlenstoff
löslich, |
| 2) gelb, undurchsichtig, prismatisch crystallisirend,
sp. G. 1,98, | | |
| 3) roth, | } | in Schwefelkohlenstoff unlöslich. |
| 4) gelb, | | |
| 5) roth, | | |
| 6) schwarz, | | |

In den beiden ersten hier vorzüglich zu berücksichtigenden Modificationen schmilzt er bei 111° , bei 160° fängt er an dickflüssig und braun zu werden, bei 200° wird er ganz dickflüssig, bei 420° verwandelt er sich in ein orangegelb gefärbtes Gas, welches sich beim Erkalten zu zähen braunen Tropfen condensirt, die vor dem gänzlichen Erstarren wieder dünnflüssig werden. An der Luft erhitzt verbrennt er zu schwefelichter Säure, die sehr leicht an ihrem Geruch erkennbar ist.

Von verdünnter Salpetersäure wird der Schwefel beim Kochen wenig angegriffen, mehr von rauchender; am leichtesten löst er sich in Königswasser und einem Gemenge von chlorsaurem Kali und Salzsäure unter Bildung von Schwefelsäure auf. Mit Alkalien und alkalischen Erden gekocht bildet sich die höchste Schwefelungsstufe des Metalls und ein unterschwefelichtsäures Salz ($12S, 3K = 2\overset{''}{K}, K\overset{''}{S}$). Mit einem Gemenge von Salpeter und kohlensaurem Natron erhitzt entsteht ein schwefelsäures Salz.

Schwefelmetalle sind meistens in Wasser unlöslich, nur die Schwefelverbindungen der Alkalien und alkalischen Erden sind löslich. Die Lösungen dieser haben einen starken Geruch nach Schwefelwasserstoff, der besonders durch Zusatz einer Säure bemerkbar wird, hierbei entsteht meistens eine milchichte Trübung von ausgeschiedenem Schwefel. Mit Bleilösung getränktes Papier wird dadurch gebräunt oder geschwärzt. Eine Lösung von Nitroprussidnatrium ($Na^2 + FeCy^3\overset{''}{N}$) wird auch durch die geringste Spur derselben purpurfarben. Die unlöslichen Schwefelmetalle entwickeln meistens beim Erhitzen mit starker Chlorwasserstoffsäure Schwefelwasserstoff, beim Erhitzen in einer offenen Glasröhre schwefelichte Säure. Alle Schwefelverbindungen mit einem Gemenge von chlorsaurem Kali und Salpetersäure oder Salzsäure gekocht liefern ausser einem Chlorid des Metalls Schwefelsäure. Mit dem vierfachen Gewicht eines Gemenges von gleichen Theilen kohlensaurem Natron und Salpeter geschmolzen liefern sie schwefelsäures Alkali, welches beim Auslaugen der erkalteten Masse sich löst, während das Metalloxyd, wenn die Schwefelverbindung eine unlösliche war, ungelöst zurück bleibt.

Unterschwefelichte Säure $\ddot{S}$. Im freien Zustand unbekannt, da dieselbe, so wie sie durch eine stärkere Säure ausgetrieben wird, in Schwefel und schwefelichte Säure zerfällt ($\ddot{S} = S, \ddot{S}$). Die Salze derselben werden durch Glühen beim Luftausschluss zersetzt, wobei meistens ein Gemenge von Schwefelmetall und schwefelsaurem Metalloxyd zurückbleibt.

In den Auflösungen eines unterschwefelichtsauen Alkali's bringen hervor:

Chlorbaryum in concentrirten Lösungen einen weissen, in vielem Wasser löslichen Niederschlag;

Salpetersaures Silberoxyd einen weissen Niederschlag von unterschwefelichtsauem Silberoxyd, der nach einiger Zeit, besonders beim Erwärmen, gelb, braun und dann schwarz wird, indem sich zuletzt Schwefelsilber und Schwefelsäure bildet ($\dot{A}g \ddot{S} = \dot{A}g, \ddot{S}$). Chlorsilber und Jodsilber sind in einem Ueberschuss von unterschwefelichtsauem Natron löslich, durch Kochen für sich allein werden sie daraus nicht abgeschieden, wohl aber auf Zusatz einer Säure;

Quecksilberchlorid im grossen Ueberschuss zugesetzt einen weissen Niederschlag, der sich nicht verändert. Ist das unterschwefelichtsauere Salz im Ueberschuss vorhanden, so entsteht ebenfalls ein weisser Niederschlag, der sich aber bald gelb, braun und zuletzt schwarz färbt, besonders beim Kochen;

Essigsaures Bleioxyd einen weissen, durch längeres Kochen schwarz werdenden Niederschlag, wenn kein grosser Ueberschuss des unterschwefelichtsauen Salzes zugegen war. Ist dieses der Fall, so entsteht eine Lösung, in welcher weder durch Kochen noch durch Zusatz eines schwefelsauren Salzes ein Niederschlag hervorgebracht werden kann;

Zinnchlorür nach einiger Zeit einen Niederschlag von Schwefelzinn.

Ist neben dem unterschwefelichtsauen Salz noch eine Schwefelverbindung in der Lösung, so muss letztere erst durch Zusatz von essigsaurem Zinkoxyd zersetzt werden, ehe ersteres erkannt werden kann.

Schwefelichte Säure $\ddot{S}$. Im reinen Zustande ein farbloses nicht brennbares Gas von eigenthümlichem Geruch, welches von Wasser und Alkohol absorbirt wird. Sie liefert nur mit den Alkalien leichtlösliche Salze. Durch Glühen beim Luftausschluss werden die Salze derselben unter Bildung verschiedener Produkte zersetzt. Wird die schwefelichte Säure mit Salzsäure und Zink erwärmt, so entwickelt sich ausser Wasserstoff auch Schwefelwasserstoff, wodurch die geringste Spur derselben erkannt werden kann. Zink löst sich in schwefelichter Säure ohne Gasentwicklung auf unter Bildung von schwefelichtsauem und unterschwefelichtsauem Zinkoxyd ($2Zn, 3\ddot{S} = Zn\ddot{S}, Zn\ddot{S}$). Durch Kochen mit oxydirenden Säuren, durch Chlor und auch durch Jod wird dieselbe zu Schwefelsäure oxydirt, durch andere starke Säuren wird sie ausgetrieben.

In der Auflösung derselben bringen hervor:

Schwefelwasserstoff eine milchichte Trübung von ausgeschiedenem Schwefel ($\ddot{S}, 2H = 2H, 3S$);

Chlorbaryum	}	in der freien Säure keinen, nach dem Neutralisiren mit einem Alkali aber einen weissen in Chlorwasserstoffsäure löslichen Niederschlag;
Chlorcalcium		

Salpetersaures Silberoxyd anfangs einen weissen Niederschlag, der durch Kochen in Schwefelsäure und metallisches Silber zerfällt ($\text{Ag} \ddot{\text{S}} = \text{Ag}, \ddot{\text{S}}$);

Goldchlorid besonders beim Erwärmen einen braunen Niederschlag von metallischem Gold ($\text{Au} \text{Cl}^3, 3 \text{H}, 3 \ddot{\text{S}} = 2 \text{Au}, 3 \text{H} \text{Cl}, 3 \ddot{\text{S}}$);

Schwefelsaures Kupferoxyd in der freien Säure keine Veränderung; wird dieselbe aber durch ein Alkali neutralisirt, so entsteht ein gelbbrauner voluminöser Niederschlag, der durch Kochen schwer und krystallinisch wird;

Zinnchlorür bei Gegenwart freier Chlorwasserstoffsäure einen gelben Niederschlag von Schwefelzinn, dessen Abscheidung durch Erwärmen befördert wird. Wird hierbei noch ein Kupferoxydsalz zugefügt, so ist der Niederschlag braunschwarz und besteht aus Schwefelkupfer ($6 \text{Sn} \text{Cl}, 2 \ddot{\text{S}} = 3 \text{Sn} \text{Cl}^2, \text{Sn}^{\prime\prime}, 2 \ddot{\text{S}}\text{Sn}$);

Unterschwefelsäure $\ddot{\text{S}}$. Im concentrirten Zustand eine geruchlose sehr saure Flüssigkeit, die beim starken Kochen in Schwefelsäure und schwefelichte Säure zerfällt ($\ddot{\text{S}} = \ddot{\text{S}}, \ddot{\text{S}}$). Mit allen Basen liefert sie lösliche Salze, die durch Erhitzen beim Luftausschluss unter Zurücklassung eines neutralen schwefelsauren Salzes schwefelichte Säure entwickeln. Durch starke Säuren wird sie bei gewöhnlicher Temperatur nicht verändert; durch Kochen aber findet eine Zersetzung statt, und zwar zerfällt sie in Schwefelsäure und schwefelichte Säure; ist die angewandte Säure eine oxydirende, so wird letztere auch in Schwefelsäure umgewandelt. Chlor wirkt ähnlich. Eben so wenig wirkt die Unterschwefelsäure bei gewöhnlicher Temperatur auf übermangansaures Kali, auf Schwefelwasserstoff und Goldchlorid ein. Beim Kochen mit einer andern Säure zeigt aber die freigewordene schwefelichte Säure mit diesen Körpern die bekannten Erscheinungen, indess zu gleicher Zeit auch Schwefelsäure frei wird.

Schwefelsäure $\ddot{\text{S}}$. Wasserfrei crystallinisch, zähe, sp. Gew. bei 18° 1,97, Kochpunkt etwas über 30° . Sie hat sehr grosse Verwandtschaft zum Wasser, mit welchem sie sich unter starker Erwärmung verbindet, an der Luft raucht sie. Den organischen, Wasserstoff und Sauerstoff haltenden Verbindungen entzieht sie beide im Verhältniss, um Wasser zu bilden, indess eine Kohlenstoff reichere Verbindung oder Kohle unter Bräunung oder Schwärzung, zuweilen auch unter Entwicklung von schwefelichter Säure ausgeschieden wird.

Die Schwefelsäure ist die stärkste Säure und treibt alle andern mit sehr geringen Ausnahmen aus. Die meisten Salze derselben sind in Wasser löslich, in Alkohol unlöslich, sie sind meistens feuerbeständig, und wenn die Basis eine starke ist, entweder gar nicht oder nur bei sehr hoher Temperatur zersetzbar, bei schwachen Basen geschieht die Zersetzung leichter; die Schwefelsäure verflüchtigt sich in diesem Falle meistens unzersetzt unter Hinterlassung des reinen Oxyds.

In den Auflösungen der Schwefelsäure oder deren Salze bringen hervor:

Barytsalze einen weissen, in Wasser und verdünnten Säuren unlöslichen Niederschlag. Am gewöhnlichsten wendet man Chlorbaryum oder bei Gegenwart einer durch Chlorwasserstoffsäure fällbaren Basis salpetersaure Baryterde an. Es muss aber hierbei berücksichtigt werden, dass diese Salze in concentrirter Salpetersäure und Salzsäure weniger löslich als in Wasser sind, weshalb bei Anwendung derselben die Lösungen stark verdünnt werden müssen;

Salze von $\left\{ \begin{array}{l} \text{Kalkerde} \\ \text{Strontianerde} \\ \text{Bleioxyd} \\ \text{Quecksilberoxydul} \end{array} \right\}$ weisse schwer lösliche Niederschläge.

In den in Wasser unlöslichen, in Säuren aber löslichen Verbindungen wird dieselbe nach dem Auflösen in Salzsäure oder Salpetersäure wie in wässerigen Lösungen erkannt.

In den in Wasser und Säuren unlöslichen Verbindungen wird sie erkannt, nachdem die Verbindung durch Schmelzen oder durch Kochen mit einem kohlensauren Alkali zersetzt worden. Am Besten wird die fein gepulverte Substanz mit dem 4—5 fachen Gewicht kohlensauren Kali-Natrons gemengt und geglüht; die geglühte Masse mit Wasser ausgekocht, die filtrirte Lösung mit Salzsäure übersättigt und dann auf Schwefelsäure untersucht. Oder man kocht die gepulverte Substanz mit einer Lösung des kohlensauren Alkalis und verfäht mit der filtrirten Lösung auf dieselbe Weise.

Mit verschiedenen organischen Substanzen kann die Schwefelsäure Verbindungen eingehen, in welchen sie nicht auf die gewöhnliche Weise erkannt werden kann. In solchen Fällen ist es zweckmässig, die organische Substanz vor der Reaktion auf Schwefelsäure durch Kochen mit Salpetersäure zu zerstören.

Durch Schmelzen mit kohlensaurem Natron und Kohle bilden die schwefelsauren Salze Schwefelnatrium, welches durch sein Verhalten gegen Silber erkannt werden kann.

Phosphor P. Kommt in verschiedenen Modificationen vor:

1. als gelbliche, zuweilen crystallinische Masse unter 0° spröde, bei $15 - 20^{\circ}$ biegsam, bei 43° schmelzend, bei 290° gasförmig. Bei 75° entzündet er sich an der Luft, spec. Gew. 1,77. Im dunkeln leuchtet der Phosphor, an der Luft raucht er und stösst weisse Dämpfe aus. In Schwefelkohlenstoff ist er löslich, mit Schwefel schmilzt er sehr leicht zu einer gelben Masse zusammen, die beim Erwärmen stark leuchtet. Durch Salpetersäure und Königswasser wird er sehr leicht (grösstentheils zu Phosphorsäure) oxydirt. Mit den Hydraten der Alkalien und der alkalischen Erden erhitzt, entwickelt er selbst entzündliches Phosphorwasserstoffgas, $3\text{P}, 2\text{K}, 6\text{H} = \text{K}_3\text{P}, \text{K}_2\text{P}, \text{PH}_3, 3\text{H}$. Ein Zusatz von Alkohol verhindert die Bildung der selbstentzündlichen Modification, indem sich dann die nicht selbst entzündliche erzeugt. Das Phosphorwasserstoffgas PH_3 zeichnet sich durch seinen charakteristischen Geruch und noch besonders dadurch aus, dass es, in eine Auflösung von salpetersaurem Silberoxyd geleitet, einen starken schwarzen Niederschlag hervorbringt, in der von demselben abfiltrirten Flüssigkeit ist Phosphorsäure enthalten.
- 2) als rothes amorphes Pulver oder rothe Masse; spec. Gew. 1,96. Diese Modification ist in Schwefelkohlenstoff unlöslich und verhält sich viel indifferenter als die vorhergehende. Der amorphe Phosphor bleibt nämlich an der Luft unverändert, entzündet sich erst bei 260° ; wird derselbe beim Luftausschluss bis ungefähr 290° erhitzt, so geht er in die gewöhnliche Modification über.

Unterphosphorichte Säure $\dot{\text{P}}$. Im reinen concentrirtesten Zustand eine syrupdicke in Wasser leicht lösliche Flüssigkeit. Sie ist wenig beständig und

zersetzt sich beim Erhitzen in Phosphorsäure und (nicht selbstentzündliches) Phosphorwasserstoffgas ($2 \dot{P}, 3 \dot{H} = \ddot{P}, PH^3$). Sie bildet mit allen Basen lösliche Salze, die sich sehr leicht zersetzen, sowohl durch Aufnahme von Sauerstoff aus der Luft, als auch bei erhöhter Temperatur; in letzterem Falle entwickelt sich Phosphorwasserstoffgas, indess ein phosphorsaures Salz zurückbleibt.

In der Auflösung eines unterphosphorichtsauren Salzes bringen hervor:

Goldchlorid einen Niederschlag von metallischem Gold ($4 Au \text{ Cl}^3, 3 \dot{P}, 12 \dot{H} = 3 \ddot{P}, 12 H \text{ Cl}, 8 Au$);

Salpetersaures Silberoxyd beim Erwärmen einen schwarzen Niederschlag von metallischem Silber ($4 \dot{Ag}, \dot{P} = \ddot{P}, 4 Ag$);

Quecksilberchlorid einen Niederschlag von metallischem Quecksilber, wenn das unterphosphorichtsaure Salz im Ueberschuss vorhanden ist; bei Gegenwart von überschüssigem Quecksilbersalz schlägt sich Quecksilberchlorür nieder $8 Hg \text{ Cl}, \dot{P}, 4 \dot{H} = 4 Hg \text{ Cl}, \ddot{P}, 4 H \text{ Cl}$.

Phosphorichte Säure $\ddot{P}$. Ein weisses in Wasser sehr leicht lösliches Pulver. Sie ist von geringer Beständigkeit, indem sie sich an der Luft sehr leicht höher oxydirt, im trockenen Zustand unter Entzündung. Die wässrige Lösung wird durch Kochen in Phosphorsäure und Phosphorwasserstoff zersetzt ($4 \ddot{P}, 3 \dot{H} = 3 \ddot{P}, PH^3$). Die Verbindungen derselben mit den Alkalien sind leicht-, die mit den Erden und Metalloxyden in Wasser schwer löslich. Durch Glühen werden sie alle zerstört. Einige unter Bildung eines phosphorsauren Salzes und Entwicklung von Wasserstoffgas ($Na^2 \ddot{P} + 2 \dot{H} = Na^2 \ddot{P}, 2 H$) andere unter gleichzeitiger Entwicklung von Wasserstoff und Phosphorwasserstoff $5 (Pb^2 \ddot{P} + \dot{H}) = 3 (Pb^3 \ddot{P}) + Pb \ddot{P}, PH^3, 2 H$).

In der Auflösung derselben bringen hervor:

Barytsalze } nach dem Uebersättigen mit Ammoniak weisse voluminöse Nieder-
Kalksalze } schläge;

Schwefelsaure Magnesia für sich keinen, auf Zusatz von Ammoniak einen starken in Ammoniaksalzen unlöslichen Niederschlag;

Essigsäures Bleioxyd einen in Essigsäure unlöslichen Niederschlag ($Pb^2 \ddot{P} + \dot{H}$);

Goldchlorid auf Zusatz von Kali, besonders beim Erwärmen einen braunen Niederschlag von Goldoxydul ($Au \text{ Cl}^3, \ddot{P}, 4 \dot{K} = Au, 3 K \text{ Cl}, \dot{K} \ddot{P}$);

Salpetersaures Silberoxyd beim Zusatz von Ammoniak einen schwarzen Niederschlag von metallischem Silber;

Quecksilberchlorid im Ueberschuss einen weissen Niederschlag von Quecksilberchlorür. Ist phosphorige Säure im Ueberschuss, so entsteht in der Kälte derselbe Niederschlag ($4 Hg \text{ Cl}, \ddot{P}, 2 \dot{H} = 2 Hg \text{ Cl}, \ddot{P}, 2 H \text{ Cl}$), beim Kochen aber metallisches Quecksilber ($4 Hg \text{ Cl}, 2 \ddot{P}, 4 \dot{H} = 4 Hg, 2 \ddot{P}, 4 H \text{ Cl}$);

Schwefelichte Säure eine Entwicklung von Schwefelwasserstoff ($3 \ddot{P}, 2 \ddot{S}, 2 \dot{H} = 3 \ddot{P}, 2 \dot{H}$), wenn die phosphorige Säure im Ueberschuss vorhanden ist, sonst schlägt sich auch Schwefel nieder.

Phosphorsäure $\ddot{\text{P}}$. Im wasserfreien Zustand ist dieselbe ein lockeres, weisses Pulver, welches sehr grosse Verwandtschaft zum Wasser hat; im wasserhaltigen Zustand eine weisse, durchsichtige, glasige Masse, die vollständig in Wasser und Alkohol löslich ist, mit wenig Wasser einen farblosen Syrup bildet und beim Glühen in einem offenen Platintiegel vollständig flüchtig ist. Von dieser Säure giebt es verschiedene Modificationen. In den in der Natur vorkommenden Verbindungen derselben, sowie durch Oxydation des Phosphors mit Salpetersäure dargestellt, sättigt sie drei Atome Basis, von denen ein Atom nicht selten durch ein Atom Wasser vertreten ist. Man nennt diese Modification die gewöhnliche Phosphorsäure oder auch *c* Phosphorsäure. Diese ist bei Untersuchungen am meisten zu berücksichtigen, sowohl ihres Vorkommens wegen als auch desshalb, weil die übrigen Modificationen durch Kochen mit starken Säuren und Schmelzen mit starken Basen in diese übergeführt werden können. Die Verbindungen der Phosphorsäure mit Metalloxyden und Erden sind in Wasser unlöslich, in Säuren löslich, nur die Verbindungen derselben mit Alkalien sind in Wasser mit alkalischer Reaction löslich. Die Salze derselben sind feuerbeständig, wenn die Basis selbst feuerbeständig ist.

In der wässerigen Lösung eines *c* phosphorsauren Salzes bringen hervor:

Alkalische Erden Niederschläge, die im Ueberschuss derselben wenig oder gar nicht löslich sind;

Schwefelsaure Magnesia in ziemlich concentrirten Lösungen einen im Ueberschuss des Magnesiasalzes in der Kälte löslichen Niederschlag, der durch Kochen abgeschieden wird, beim Erkalten sich aber wieder löst. Auf Zusatz von Ammoniak entsteht aber auch in sehr verdünnten Lösungen ein in Säuren löslicher, durch Ammoniak wieder vollständig fällbarer Niederschlag ($\text{Mg}^2 \text{NH}^4 \ddot{\text{P}} + 12 \text{H}$), der mit dem durch Arseniksäure hervorgebrachten die grösste Aehnlichkeit hat, man kann desshalb erst dann auf Phosphorsäure prüfen, nachdem die etwa vorhandene Arseniksäure aus der Lösung entfernt worden ist;

Salpetersaures Silberoxyd einen gelben in Salpetersäure und in Ammoniak löslichen Niederschlag ($\text{Ag}^3 \ddot{\text{P}}$);

Essigsäures Bleioxyd einen weissen in Essigsäure unlöslichen Niederschlag. Vor dem Löthrohr erhitzt, schmilzt derselbe zu einer Kugel, die beim Erkalten eine crystallinische Oberfläche zeigt;

Salpetersaures Quecksilberoxydul einen weissen Niederschlag;

Eiweiss auch auf Zusatz von Essigsäure keinen Niederschlag;

Molybdänsaures Ammoniak mit Salpetersäure stark angesäuert auch in der Kälte ¹⁾ eine gelbe Färbung und einen gelben Niederschlag, wenn das molybdänsaure Salz im Ueberschuss vorhanden und die Lösung sauer ist.

In den in Wasser unlöslichen Verbindungen der Phosphorsäure kann dieselbe, nachdem sie in Salpetersäure gelöst worden, durch molybdänsaures Ammoniak nachgewiesen werden. Soll dieses durch salpetersaures Silberoxyd geschehen, so kann die Verbindung in möglichst wenig Salpetersäure gelöst und dann das Silbersalz zugefügt werden, beim vorsichtigen Zusatz von Ammoniak zeigt sich nun auf der Grenze der beiden Flüssigkeiten eine gelbe Zone von phosphorsaurem Silberoxyd. Um in unlöslichen Verbindungen die Phosphorsäure durch Magnesialösung nachzuweisen, ist es nöthig, vorher alle Basen von derselben zu trennen, welche durch Ammoniak fällbar sind.

¹⁾ Unterschied von Arseniksäure.

Die **b Phosphorsäure** (Paraphosphorsäure, Pyrophosphorsäure) bildet mit den Alkalien in Wasser lösliche, alkalisch reagirende, mit den Erden und Metalloxyden in Wasser unlösliche, in Säuren lösliche Verbindungen. Die Salze derselben enthalten auf 1 Atom Säure 2 Atom Basis.

In der Lösung eines b phosphorsauren Alkalis bringen hervor:

Chlorbaryum einen in Salz- und Salpetersäure löslichen Niederschlag;

Chlorcalcium einen ähnlichen in überschüssigem phosphorsauren Salz löslichen Niederschlag;

Schwefelsaure Magnesia einen in überschüssigem phosphorsauren Salz löslichen Niederschlag, der aus dieser Lösung durch Ammoniak nicht gefällt wird. In überschüssiger schwefelsaurer Magnesia ist dieser Niederschlag auch löslich; aus beiden Lösungen wird derselbe durch Kochen gefällt, ohne sich beim Erkalten wieder zu lösen;

Schwefelsaures Manganoxydul einen weissen in b phosphorsaurem Natron löslichen Niederschlag, der aus dieser Lösung weder durch Ammoniak noch durch Schwefelammonium fällbar ist;

Salpetersaures Silberoxyd einen weissen, in Ammoniak und Salpetersäure löslichen Niederschlag ($\text{Ag}^2\ddot{\text{P}}$);

Eiweiss auch auf Zusatz von Essigsäure keinen Niederschlag;

Molybdänsaures Ammoniak keinen Niederschlag.

Die **a Phosphorsäure**, Metaphosphorsäure, zeichnet sich besonders dadurch aus:

dass sie Eiweiss stark fällt (in ihren Salzen auf Zusatz von Essigsäure);

auch im freien Zustand mit Chlorbaryum einen voluminösen Niederschlag giebt;

mit schwefelsaurer Magnesia auf Zusatz von Ammoniak und Ammoniaksalz einen Niederschlag giebt, der sich aber in Wasser vollständig löst;

mit salpetersaurem Silberoxyd einen weissen in Salpetersäure und Ammoniak löslichen Niederschlag giebt.

Die a Phosphorsäure hat noch verschiedene Submodificationen, die alle Eiweiss fällen, sich sonst aber je nach ihrer Darstellungsweise anders verhalten.

a Phosphorsäure:

durch Verbrennen des Phosphors erhalten:	durch Zersetzen des Silbersalzes mit Schwefelwasserstoff:	durch Schmelzen des phosphorsauren Ammoniak-Natrons u. rasches Erkalten:	durch Schmelzen desselben Salzes und langsames Erkalten:
--	---	--	--

giebt mit Chlorbaryum:

sogleich einen starken Niederschlag;	zuerst keinen, nach längerer Zeit einen flockigen Niederschlag;	einen voluminösen Niederschlag, der in einem Ueberschuss des Salzes löslich ist;	mit allen Basen lösliche Salze.
--------------------------------------	---	--	---------------------------------

giebt mit schwefelsaurer Magnesia:

zuerst keinen, auf Zusatz von Ammoniak und Salmiak einen in Wasser löslichen Niederschlag;	mit Ammoniak und Salmiak einen in Wasser löslichen Niederschlag;	wenn kein Ueberschuss des Salzes vorhanden ist, nur auf Zusatz von Ammoniak und Salmiak einen Niederschlag;
--	--	---

a Phosphorsäure:

durch Verbrennen des Phosphors erhalten:	durch Zersetzen des Silbersalzes mit Schwefelwasserstoff:	durch Schmelzen des phosphorsauren Ammoniak-Natrons u. rasches Erkalten:	durch Schmelzen desselben Salzes und langsames Erkalten:
--	---	--	--

gibt mit salpetersaurem Silberoxyd:

einen weissen, in Ammoniak und Salpetersäure löslichen Niederschlag;	einen weissen Niederschlag;	einen dicken, in Ammoniak und Salpetersäure löslichen Niederschlag, der beim Kochen harzartig wird;
--	-----------------------------	---

gibt mit salpetersaurem Quecksilberoxydul:

einen weissen Niederschlag;	desgl.;	einen dicken Niederschlag, der beim Kochen harzartig wird;
-----------------------------	---------	--

gibt mit salpetersaurem Quecksilberoxyd:

keinen Niederschlag;	sogleich einen weissen Niederschlag;	einen weissen Niederschlag, der durch Schütteln öllartig wird;
----------------------	--------------------------------------	--

gibt mit Quecksilberchlorid:

desgl., nach längerer Zeit eine Trübung.	keinen Niederschlag.	keinen Niederschlag.
--	----------------------	----------------------

Wird Phosphorsäure mit Salzen längere Zeit bei 316 ° erhitzt, so entsteht eine Säure, die sich sehr schwer von ihren Basen trennen lässt und deren unlösliche Salze sich nur in concentrirter Schwefelsäure beim Erhitzen auflösen.

Stickstoff N. Ein farb-, geruch- und geschmackloses permanentes Gas, welches sich durch seine Indifferenz auszeichnet. Spec. Gew. 0,9678.

In allen kohlehaltenden Verbindungen kann der Stickstoff am genauesten auf folgende Weise nachgewiesen werden. Man bringt in eine an einem Ende zugeschmolzene Glasröhre eine kleine Menge Kalium oder Natrium, darauf die zu untersuchende Substanz und erhitzt bis zum Rothglühen, so lange bis alles überschüssige Alkalimetall verflüchtigt ist. Nach dem Erkalten giesst man etwas Wasser auf die Masse, filtrirt, setzt zur farblosen Flüssigkeit etwas Eisenoxyduloxyd und dann Chlorwasserstoffsäure im Ueberschuss, ein blauer Niederschlag beweist die Gegenwart des Stickstoffs (s. Cyan.).

Stickstoffoxydul N. Ein farbloses Gas, welches durch sehr starken Druck flüssig dargestellt werden kann. An der Luft verändert es seine Farbe nicht, brennende Körper verbrennen darin, wie im Sauerstoff. Von Wasser wird es wenig, etwas mehr von Alkohol absorbirt. Spec. Gew. 1,527.

Stickstoffoxyd N. Ein farbloses Gas, das beim Zutritt von Sauerstoff unter Bildung von salpetricher Säure braunroth wird ($\ddot{N}$, $O = \ddot{N}$). Von einer concentrirten Auflösung von schwefelsaurem Eisenoxydul wird es zu einer braunschwarzen Lösung absorbirt ($4Fe\ddot{S} + \ddot{N}$).

Salpetrichte Säure $\ddot{\text{N}}$. Bildet bei -20° eine blaue Flüssigkeit, bei gewöhnlicher Temperatur ein braungelbes Gas. Von wenig Wasser wird sie bei 0° absorbiert, bei höherer Temperatur zersetzt sie sich augenblicklich in Stickstoffoxyd und Salpetersäure ($3\ddot{\text{N}} = \ddot{\text{N}}, 2\ddot{\text{N}}$). Sie ist eine schwache Säure, die von den meisten andern Säuren ausgetrieben wird. Die Salze der Alkalien reagiren alkalisch. Die meisten Verbindungen derselben sind löslich, sie werden alle durch Glühen zerstört.

In einer freien salpetrichte Säure haltenden Lösung bringen hervor:

Uebermangansaures Kali eine Oxydation zu Salpetersäure unter gleichzeitiger Entfärbung ($\ddot{\text{N}}, 2\ddot{\text{Mn}} = \ddot{\text{N}}, 4\ddot{\text{Mn}}$);

Bleisuperoxyd ebenfalls eine Oxydation unter Bildung von Bleioxyd ($2\ddot{\text{Pb}}, \ddot{\text{N}} = 2\ddot{\text{Pb}}, \ddot{\text{N}}$);

Schwefelwasserstoff einen Niederschlag von ausgeschiedenem Schwefel, indess in der Lösung salpetersaures Ammoniak entsteht ($2\ddot{\text{N}}, 4\ddot{\text{H}} = \text{NH}^3\ddot{\text{N}}, \ddot{\text{H}}, 4\text{S}$):

Salpetersaures Silberoxyd einen weissen in vielem Wasser löslichen Niederschlag;

Schwefelsaures Eisenoxydul eine dunkelbraune Färbung, die nach einiger Zeit verschwindet;

Harnstoff eine Entwicklung von Kohlensäure und Stickgas ($2\text{C } 2\text{N } 4\text{H } 2\text{O}$), $2\ddot{\text{N}} = 4\ddot{\text{H}}, 2\ddot{\text{C}}, 4\text{N}$);

Salpetersäure $\ddot{\text{N}}$. Im wasserfreien Zustande bildet sie farblose rhombische Säulen, die sich ausserordentlich leicht zersetzen. Mit Wasser kann sie sich in bestimmten Verhältnissen zu verschiedenen Hydraten vereinigen, die sich durch ihren Kochpunkt unterscheiden. Sie ist eine sehr starke Säure, die sich sehr leicht zersetzt, indem sie an andere oxydirbare Körper Sauerstoff abgibt. Die meisten Metalle werden durch dieselbe oxydirt und das gebildete Oxyd mit sehr geringen Ausnahmen in der überschüssigen Säure gelöst ¹⁾. Durch Erwärmen mit Chlorwasserstoffsäure ²⁾ zersetzt sie sich unter Entwicklung von Chlor und salpetrichter Säure ($2\text{H } \text{Cl}, \ddot{\text{N}} = 2\ddot{\text{H}}, 2\text{Cl}, \ddot{\text{N}}$).

Die Salze der Salpetersäure sind mit Ausnahme einiger basischer in Wasser löslich. Sie werden alle durch Glühen zersetzt; ist hierbei eine Kohle haltende Substanz zugegen, so geschieht dieses mit einer Verpuffung.

Die Salpetersäure kann durch folgende Reaktionen erkannt werden:

Man übergiesst die zu untersuchende Substanz mit dem dreifachen Volumen concentrirter Schwefelsäure und fügt nach dem Erkalten eine concentrirte Lösung von Eisenvitriol hinzu; es entsteht nun besonders da, wo die beiden Flüssigkeiten

¹⁾ Gold und Platin bleiben vollständig unverändert, Zinn und Antimon werden beim Erwärmen oxydirt ohne gelöst zu werden. Bei der Einwirkung der verdünnten Salpetersäure bei gewöhnlicher Temperatur auf Zinn, Zink, Eisen bildet sich ein salpetersaures Metalloxyd und salpetersaures Ammoniak, indem zu gleicher Zeit die Salpetersäure und das Wasser zersetzt werden. Im erstern Falle entweicht Stickstoffoxyd, im zweiten Stickstoffoxydul und im dritten findet keine Gasentwicklung statt. ($11\text{Sn}, 14\ddot{\text{N}}, 3\ddot{\text{H}} = 11\text{Sn } \ddot{\text{N}}, \text{NH}^3\ddot{\text{N}}, \ddot{\text{N}}$. $12\text{Zn}, 15\ddot{\text{N}}, 3\ddot{\text{H}} = 12\text{Zn } \ddot{\text{N}}, \text{NH}^3\ddot{\text{N}}, \ddot{\text{N}}$. $8\text{Fe}, 10\ddot{\text{N}}, 3\ddot{\text{H}} = 8\text{Fe } \ddot{\text{N}}, \text{NH}^3\ddot{\text{N}}$).

²⁾ Die meisten Chlormetalle verhalten sich ähnlich, eben so die entsprechenden Jod- und Bromverbindungen.

sich berühren, eine dunkelbraune Färbung, die bei ausserordentlich geringen Mengen von Salpetersäure violett oder roth erscheint ($10\text{Fe}\ddot{\text{S}}, 3\ddot{\text{S}}, \ddot{\text{N}} = 3\ddot{\text{Fe}}\ddot{\text{S}}^3, 4\text{Fe}\ddot{\text{S}}, \ddot{\text{N}}$).

Es ist hierbei aber zu beachten, dass die andern Oxydationsstufen des Stickstoffs mit Ausnahme des Oxyduls sich ähnlich verhalten.

Oder: man übergiesst die mit Kupferfeile gemengte Substanz in einem Reagenrohr mit Schwefelsäure, wodurch sich rothe Dämpfe entwickeln.

Man übergiesst die Substanz mit Schwefelsäure und fügt Indiglösung hinzu; dieselbe wird durch Salpetersäure gelb gefärbt, bei gleichzeitiger Anwesenheit von Chlorwasserstoffsäure gebleicht.

Taucht man in ein Gemenge einer salpetersauren Verbindung mit Schwefelsäure einen Federkiel, so wird derselbe gelb gefärbt.

Wird eine Salpetersäure haltende Substanz trocken mit zweifach schwefelsaurem Kali gemengt und erhitzt, so entwickeln sich rothe Dämpfe.

Chlor Cl. Bei gewöhnlicher Temperatur ein gelblichgrünes Gas von erstickendem Geruch. Spec. Gew. 2,45. Bei 4—5 Atmosphären-Druck wird es eine gelblichgrüne Flüssigkeit von 1,33 spec. Gew. Es hat eine so grosse Verwandtschaft zum Wasserstoff, dass es denselben den meisten Verbindungen entziehen kann, hierauf beruht die bleichende Kraft desselben gegen alle Pflanzenfarben. Von Quecksilber wird es absorbirt unter Bildung von Chlorür, Gold wird dadurch gelöst, Schwefelwasserstoff unter Abscheidung von Schwefel zersetzt ($\text{H}, \text{Cl} = \text{HCl}, \text{S}$), essigsaures Bleioxyd in Chlorblei und Bleisuperoxyd umgewandelt ($2\text{Pb}\bar{\text{A}}, \text{Cl} = \text{Pb}\text{Cl}, \text{Pb}, 2\bar{\text{A}}$). Sehr geringe Mengen desselben werden dadurch erkannt, dass ein mit Jodkaliumkleister bestrichenen Papier gebläut wird ($\text{K}\bar{\text{F}}, \text{Cl} = \text{KCl}, \bar{\text{F}}$).

Chlorwasserstoffsäure HCl. Bei gewöhnlicher Temperatur ein farbloses, erstickend riechendes Gas, das bei 40 Atmosphären Druck zu einer farblosen Flüssigkeit comprimirt werden kann, spec. Gew. 2,74. Es wird von Wasser sehr begierig absorbirt und liefert so die mehr oder minder concentrirte wässerige Salzsäure. Diese ist eine sehr starke Säure, röthet Lackmuspapier und bleicht nicht Pflanzenfarben. Sie löst viele Metalle unter Wasserstoff-Entwicklung, mit den Metalloxyden zersetzt sie sich auf die Weise, dass der Sauerstoff des Oxyds sich mit dem Wasserstoff der Chlorwasserstoffsäure verbindet, indess das Chlor sich mit dem Metall zu einem der Oxydationsstufe entsprechenden Chlorid verbindet. Bei denjenigen Oxyden, die kein der Oxydationsstufe entsprechendes Chlorid erzeugen können, entwickelt sich Chlor ($\text{Pb}, 2\text{HCl} = \text{PbCl}, 2\text{H}, \text{Cl}$).

In der Auflösung der Chlorwasserstoffsäure oder eines Metallchlorids bringen hervor:

Salpetersaures Silberoxyd einen weissen flockigen in Salpetersäure unlöslichen, in Ammoniak löslichen Niederschlag;

Salpetersaures Quecksilberoxydul einen weissen in verdünnter Salpetersäure unlöslichen Niederschlag, der durch ätzende Alkalien geschwärzt wird;

Essigsaures Bleioxyd einen krystallinischen in vielem Wasser löslichen Niederschlag.

Die meisten Chloride werden durch Schwefelsäure unter Salzsäure-Entwicklung zersetzt mit einigen Ausnahmen ($\text{HgCl}, \text{SnCl}^3$).

Die zersetzbaren Chloride, mit chromsaurem Kali gemengt, erzeugen beim Erwärmen mit Schwefelsäure Chrom-Acichlorid ($3 \text{ K } \ddot{\text{C}}\text{r}, 3 \text{ Na } \text{Cl} 6 \ddot{\text{S}} = 3 \text{ K } \ddot{\text{S}}, 3 \text{ Na } \ddot{\text{S}}$ ($\text{CrCl}^3 + 2\ddot{\text{C}}\text{r}$), welches beim Uebersättigen mit Ammoniak eine gelbe Lösung und einen grünlichen Niederschlag von Chromoxydhydrat giebt (Unterschied von Bromverbindungen).

In den unlöslichen Chloriden wird das Chlor auf die Weise nachgewiesen, dass man die Verbindung durch kohlenaures Natron zersetzt und zu der filtrirten Lösung nach dem Uebersättigen mit Salpetersäure salpetersaures Silberoxyd fügt.

Unterchlorichte Säure Cl . Im reinen Zustand ein dem Chlor auch in seiner Wirkung ähnliches Gas, welches sehr leicht unter Detonation in Chlor und Sauerstoff zerfällt. Von Wasser wird die unterchlorichte Säure leicht aufgenommen. Sie ist eine schwache Säure. Die Verbindungen derselben mit Basen sind im reinen Zustand wenig bekannt, meistens kommen dieselben in Verbindung mit Chloriden vor. Diese entwickeln beim Glühen Sauerstoff und beim Hinzutritt von Säuren Chlor, worauf ihre bleichende Eigenschaft beruht.

In der wässerigen Lösung eines unterchlorichtsauen Salzes bringen hervor:

Salpetersaures Quecksilberoxydul einen weissen Niederschlag von Quecksilberchlorür, der sich allmählig in lösliches Chlorid umwandelt.

Salpetersaures Bleioxyd einen anfangs weissen Niederschlag, der sich allmählig gelb und zuletzt braun färbt.

Chlorichte Säure $\ddot{\text{Cl}}$. Ein dem Chlor ähnliches Gas, das durch starke Abkühlung condensirt wird, bei 57° explodirt unter Zersetzung in Chlor und Sauerstoff. Die Salze der chlorichten Säure sind meistens löslich und zersetzen sich sehr leicht, sie geben mit salpetersaurem Silberoxyd einen weissen in vielem Wasser löslichen Niederschlag.

Chlorsäure $\ddot{\text{Cl}}$. Im concentrirten Zustand eine syropsdicke, mit Wasser in jedem Verhältniss mischbare Flüssigkeit. Im verdünnten Zustand röthet sie zuerst das Lackmuspapier und dann bleicht sie dasselbe, im concentrirten Zustand bleicht sie die Pflanzenfarben sofort. Beim Erhitzen zerfällt sie in Ueberchlorsäure, Sauerstoff und Chlor ($2 \ddot{\text{Cl}} = \ddot{\text{Cl}}, \text{Cl}, 3 \text{ O}$). Mit Chlorwasserstoffsäure entwickelt sie Chlor ($\ddot{\text{Cl}}, 5 \text{ HCl} = 5 \text{ H}, 6 \text{ Cl}$). Durch Schwefelwasserstoff und schwefelichte Säure wird sie zersetzt ($\ddot{\text{Cl}}, 3 \text{ H} = \ddot{\text{S}}, 2 \text{ S}, \text{HCl}, 2 \text{ H}$); ($\ddot{\text{Cl}}, 5 \ddot{\text{S}} = 5 \ddot{\text{S}}, \text{Cl}$). Die Salze derselben sind alle leicht löslich mit Ausnahme des Kalisalzes, welches auch als das am meisten vorkommende besonders zu berücksichtigen ist.

Wird dieses erhitzt, so entweicht Sauerstoff und Chlorkalium bleibt zurück ($\text{K} \ddot{\text{Cl}} = \text{KCl}, 6 \text{ O}$).

Durch Uebergiessen mit concentrirter Schwefelsäure wird es dunkelbraun unter Entwicklung eines grünlichen Gases ($3 \text{ K } \ddot{\text{Cl}}, 4 \ddot{\text{S}} = 2 \text{ K } \ddot{\text{S}}, \text{K } \ddot{\text{Cl}}, \ddot{\text{Cl}} \ddot{\text{Cl}}$).

Beim Erhitzen oder Reiben mit einem brennbaren Körper (Kohle, Schwefel, Phosphor etc.) entsteht eine heftige Verpuffung.

Uebergiesst man ein Gemenge von chlorsaurem Kali und Schwefel, oder Phosphor mit Schwefelsäure, so entzündeten sich dieselben.

Ueberchlorsäure $\ddot{\text{Cl}}$. Im concentrirtesten Zustand eine crystallinische Masse, die sehr begierig Wasser anzieht.

Mit mehr Wasser kann sie als syrupsdicke bei 200° kochende Flüssigkeit von spec. Gew. 1,65 erhalten werden.

Diese Säure ist eine sehr beständige, welche weder durch Salzsäure, schwefelichte Säure, Schwefelsäure noch Salpetersäure zersetzt wird; sie bleicht Lackmus nicht. Die Verbindungen der Ueberchlorsäure mit Basen sind alle löslich, mit Ausnahme des Kalisalzes, welches sehr schwer löslich ist. Beim Glühen werden sie zersetzt unter Sauerstoff-Entwicklung und Hinterlassung eines Chlorids.

Brom Br. Bei gewöhnlicher Temperatur eine braunrothe, braune, erstickende Dämpfe ausstossende Flüssigkeit von dem spec. Gew. 2,966, die bei 20° fest wird und bei 47° kocht. Das Brom ist in Aether leicht zu einer braunen Flüssigkeit löslich, von Wasser wird es viel weniger gelöst. Es zerstört die Pflanzenfarben ähnlich dem Chlor und verbindet sich mit Stärke zu einer gelben Masse.

Bromwasserstoffsäure HBr. Im wasserfreien Zustand ein der Chlorwasserstoffsäure ähnliches Gas, welches auch mit dieser in seinem Verhalten gegen Wasser, Metalle, Metalloxyde, Säuren und andere Körper die grösste Uebereinstimmung hat. Durch Chlor wird Brom daraus frei, ebenso durch concentrirte Schwefelsäure mit gleichzeitiger Entwicklung von schwefelichter Säure ($\text{HBr}, \ddot{\text{S}} = \text{Br}, \text{H}, \ddot{\text{S}}$).

In der Auflösung der Bromwasserstoffsäure oder eines Brommetalls bringen hervor:

Salpetersaures Silberoxyd einen weissen, flockigen, in Salpetersäure unlöslichen, in Ammoniak schwer löslichen Niederschlag. Durch Chlor (Chlorwasser) wird das Brom daraus frei und kann dann sehr leicht erkannt werden;

Essigsaures Bleioxyd einen weissen, in Wasser schwer-, in Salpetersäure leichtlöslichen Niederschlag.

Salpetersaures Quecksilberoxydul einen gelblich weissen in Salpetersäure unlöslichen Niederschlag.

Chlorwasser und **Aether** nach dem Schütteln in einer gut zu verschliessenden Flasche eine braun gefärbte Schicht von Brom haltendem Aether, die sich nach einiger Zeit oben ansammelt.

Concentrirte Schwefelsäure } beim Erhitzen in einer Glasröhre in den meisten
Zweifach schwefelsaures Kali } Fällen Bromdämpfe.

Wird ein Brommetall mit chromsaurem Kali gemengt und in einer Retorte mit Schwefelsäure erhitzt, so destillirt eine braun gefärbte Flüssigkeit über, die aus Brom besteht und durch Ammoniak entfärbt wird (Auffindung von Chlor bei Gegenwart von Brom, siehe, S. 49). Die unlöslichen Brommetalle werden auf dieselbe Weise untersucht, wie die entsprechenden Chlorverbindungen.

Bromsäure $\ddot{\text{Br}}$. Eine der Chlorsäure ähnliche, durch Temperatur-Erhöhung zersetzbare Flüssigkeit, die das Lackmuspapier anfangs röthet und dann bleicht, durch Chlorwasserstoffsäure Schwefelwasserstoff, schwefelichte Säure und Schwefelsäure unter Abscheidung von Brom zersetzt wird. Die Salze werden beim Glühen

unter Sauerstoff-Entwicklung und Zurücklassung eines Bromids (in einzelnen Fällen eines Oxyds), zersetzt, mit brennbaren Körpern verpuffen sie beim Erhitzen und Reiben. Durch concentrirte Schwefelsäure wird aus denselben Brom abgeschieden, durch Chlorwasserstoffsäure werden sie durch Bildung von Chlorbrom grün gefärbt.

Eine Auflösung von bromsaurem Kali giebt mit salpetersaurem Silberoxyd einen weissen, in verdünnter Salpetersäure fast unlöslichen Niederschlag, der in Ammoniak löslich ist, aus dieser Lösung durch Salpetersäure aber nicht sogleich gefällt werden kann; es scheidet sich erst nach einiger Zeit ein Niederschlag ab, indess die Lösung gelb gefärbt wird.

Jod J. Eine grauschwarze, metallisch glänzende, crystallinische, sehr weiche zerreibliche Masse, die einen dem Chlor ähnlichen Geruch verbreitet, bei 107° schmilzt, bei 175° sich als violett gefärbtes Gas verflüchtigt, spec. Gew. 4,947. Das Jod ist in Wasser nur sehr wenig, leichter in Alkohol und Aether mit brauner, in Schwefelkohlenstoff mit violetter Farbe löslich. Pflanzenfarben werden durch dasselbe nicht gebleicht. Organische Körper werden braun gefärbt, mit Ausnahme der Stärke, welche intensiv blau gefärbt wird. Diese blaue Färbung verschwindet beim Erwärmen, und erscheint wieder beim Erkalten. Oxydirende Substanzen (z. B. Chlor) machen dieselbe ebenfalls verschwinden, wenn sie im Ueberschuss vorhanden sind, setzt man nun reducirende Körper hinzu (aber nicht im Ueberschuss), so erscheint sie wieder. Schwefelwasserstoff bildet damit unter Abscheidung von Schwefel Jodwasserstoff ($\text{I}, \text{H} = \text{S}, \text{HI}$).

Jodwasserstoff HI. Ein farbloses erstickend riechendes Gas, dessen wässrige Lösung sehr leicht zersetzt wird, sowohl durch Einwirkung der Atmosphäre, als auch durch Chlor, Salpetersäure, Schwefelsäure und ein Gemenge eines Superoxyds mit einer Säure. Gegen Metalle und deren Oxyde verhält sich die Jodwasserstoffsäure der Chlorwasserstoffsäure analog. Die Jodmetalle werden durch Glühen nicht zersetzt, viele von ihnen zeichnen sich durch eine auffallende Färbung und Unlöslichkeit aus.

In der Auflösung eines Jodmetalls bringen hervor:

Chlor Brom Salpetersäure	{	eine Ausscheidung von Jod, die sehr leicht durch Zusatz von Stärkekleister erkannt werden kann. Hierzu ist aber nöthig, dass kein Ueberschuss der Säure angewendet werde, weil sonst die blaue Färbung wieder verschwindet. Bei Gegenwart eines Chlorids wirkt Salpetersäure wie freies Chlor. Ist zuviel Chlor oder Brom angewandt worden, so kann durch reducirende Körper die blaue Färbung wieder hervorgebracht werden, verschwindet aber auch wieder durch einen Ueberschuss der reducirenden Substanz.
---	---	---

Salpetersaures Silberoxyd einen gelblich weissen, in Salpetersäure unlöslichen, in Ammoniak nur äusserst wenig löslichen Niederschlag, der aber durch dasselbe weiss gefärbt wird.

Salpetersaures Palladiumoxydul auch bei sehr starker Verdünnung einen braunen Niederschlag.

Schwefelsaures Kupferoxyd mit Eisenvitriol gemengt, einen weissen Niederschlag von Kupferjodür. Ohne eine reducirende Substanz giebt das Kupferoxydsalz den-

selben weissen Niederschlag, die überstehende Flüssigkeit ist aber durch ausgeschiedenes Jod braun gefärbt, siehe S. 21.

Jodmetalle trocken mit concentrirter Schwefelsäure übergossen oder mit zweifach schwefelsaurem Kali gemengt und erhitzt, entwickeln Joddämpfe, die besonders gut zu erkennen sind, wenn das Erhitzen in einer Glasröhre vorgenommen wird. In seinen unlöslichen Verbindungen kann das Jod wie das Chlor und Brom erkannt werden.

Jodsäure $\ddot{\text{J}}$. Eine weisse crystallinische in Wasser leicht lösliche Substanz. Die Lösung röthet Lackmus ohne zu bleichen, andere organische Farbstoffe werden nach einiger Zeit durch dieselbe gebleicht. Bei erhöhter Temperatur wird sie unter Entwicklung von Jod- und Sauerstoffgas zersetzt. Sie ist eine der oxydirendsten Säuren, wird durch Jodwasserstoffsäure, schwefelichte Säure, Stickoxyd und Schwefelwasserstoff unter Abscheidung von Jod zersetzt. Durch Chlorwasserstoffsäure wird sie ebenfalls zersetzt, es entwickelt sich ein Chlorgeruch, indess die Flüssigkeit gelblich wird.

Die meisten Salze derselben sind unlöslich mit Ausnahme der alkalischen, durch Glühen werden sie den chlorsauren Salzen analog zersetzt, mit einigen Ausnahmen, wo Jod auch entweicht, und ein sehr basisches überjodsaures Salz zurückbleibt. Mit brennbaren Körpern verpuffen sie schwach durch Erhitzen und durch Reiben. Durch concentrirte Schwefelsäure werden sie selbst beim Erwärmen nicht zersetzt.

In der Lösung der jodsauren Alkalien bringen hervor:

Chlorbarium einen weissen Niederschlag;

Salpetersaures Silberoxyd einen weissen in Salpetersäure fast unlöslichen, in Ammoniak und Ammoniaksalzen leicht löslichen Niederschlag.

Schwefelwasserstoff } eine Abscheidung von Jod, welches sich im Ueberschuss
Schwefelichte Säure } derselben löst.

Ueberjodsäure $\ddot{\text{J}}$. Eine weisse crystallinische Masse, die bei 130° schmilzt, bei 160° ihr Crystallwasser verliert, bei 190° Sauerstoff abgibt unter Zurücklassung von Jodsäure, die beim weiteren Erhitzen sich zuletzt in Jod und Sauerstoff zersetzt.

Die meisten überjodsauren Salze werden beim Glühen unter Sauerstoff-Entwicklung in Jodmetalle umgewandelt, viele bilden auch hierbei sehr basische Salze, die dann nicht weiter durch Erhitzen zersetzt werden.

Mit brennbaren Körpern erhitzt verpuffen dieselben. Mit salpetersaurem Silberoxyd geben dieselben einen braunen in Salpetersäure und in Ammoniak löslichen Niederschlag. In letzterem ist derselbe aber nicht löslich, wenn es durch längeres Stehen compact geworden ist.

Fluorwasserstoffsäure HF . Ein farbloses stark rauchendes, bei 15° sich verflüchtigendes Liquidum, welches sehr grosse Verwandtschaft zum Wasser hat. Die wässrige Säure röthet Lackmus, färbt im verdünnten Zustand Fernambuckpapier gelb. Sie wird nicht durch Schwefelsäure, Salpetersäure und Chlor zersetzt. Die meisten Metalle werden von derselben unter Wasserstoffentwicklung gelöst, mit Ausnahme von Gold und Platin, ebenso löst sie viele Oxyde und andere Verbindungen

auf, die sonst nicht löslich sind, so z. B. Kieselsäure sowohl für sich als in ihren Verbindungen, indem sich flüchtiges Fluorsilicium bildet ($\text{Si}, 3\text{H F} = \text{Si F}^3, 3\text{H}$).

In den Lösungen der Fluormetalle bringen hervor:

Chlorcalcium einen durchscheinenden gallertartigen Niederschlag, der durch Zusatz von Ammoniak, leichter aber durch Kochen, sich besser abscheiden lässt. Derselbe ist in grossen Mengen von Salz- oder Salpetersäure löslich und wird aus dieser Lösung durch Ammoniak nicht wieder gefällt;

Chlorbaryum einen voluminösen in vieler Chlorwasserstoffsäure und Ammoniaksalzen löslichen Niederschlag;

Schwefelsaure Magnesia einen in überschüssiger Lösung des alkalischen Fluormetalls und in Ammoniaksalzen löslichen, durch Ammoniak aber wieder fällbaren gallertartigen Niederschlag;

Salpetersaures Silberoxyd keinen Niederschlag;

Salpetersaures Quecksilberoxydul einen gelblichen, in überschüssigem Quecksilbersalz löslichen Niederschlag;

Lösliche Bleisalze einen schwer löslichen Niederschlag.

Am besten kann die Fluorwasserstoffsäure durch ihr schon oben erwähntes Verhalten gegen Kieselsäure erkannt werden. Zu dem Ende übergiesst man die zu untersuchende Substanz in einem Platintiegel mit concentrirter Schwefelsäure und überdeckt denselben mit einer Glasplatte, die mit einer dünnen Schicht Wachs überzogen ist, worin beliebige Zeichen vermittelst eines spitzen Instruments gezogen sind. Beim gelinden Erwärmen des Platintiegels wird die Glasplatte an denjenigen Stellen, wo sie von Wachs entblösst ist, angegriffen, was besonders nach Entfernung des übrigen Wachsüberzugs, und bei sehr geringen Spuren, durch Behauchen sichtbar wird.

Man kann auch die zu untersuchende Substanz mit gepulverter Kieselsäure mengen und in einem Reagensglas mit Schwefelsäure gelinde erwärmen, es entwickelt sich hierbei Fluorsiliciumgas, welches, da wo es mit Wasser in Berührung kommt, Kieselsäure als trübe weisse Flecken absetzt ($3\text{Si F}^3, 3\text{H} = (3\text{H F} + 2\text{Si F}^3) \text{Si}$).

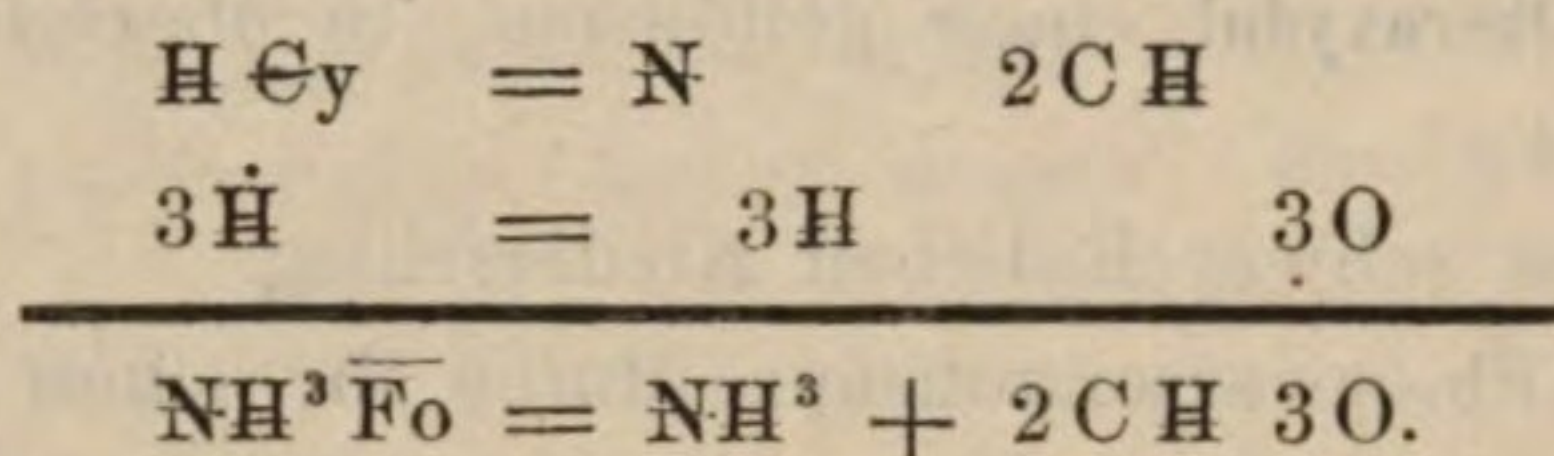
In den durch Schwefelsäure nicht zersetzbaren Fluormetallen ($\text{Topas } 6\text{Al}^3\text{Si}^2 + 3\text{Al F}^3 + 2\text{Si F}^3$) wird das Fluor auf folgende Weise nachgewiesen. Man vermengt die fein gepulverte Substanz mit dem 4—5fachen Gewicht kohlen sauren Natrons und schmilzt das Gemenge. Die geschmolzene Masse wird mit Wasser ausgekocht, nachdem aus der Lösung durch Zusatz von kohlen saurem Ammoniak die Kieselsäure abgeschieden ist, wird sie filtrirt, in einer Platinschale mit Chlorwasserstoffsäure übersättigt und nach dem Verjagen der Kohlensäure mit Ammoniak neutralisirt und noch heiss mit Chlorcalcium versetzt. Das Gemenge wird in einem verschlossenen Gefäss bis zur Abscheidung des etwa gebildeten Fluorcalciums hingestellt, dieses abfiltrirt und dann auf die vorhin angegebene Weise auf Fluorwasserstoffsäure untersucht.

Cyan Cy¹⁾. Bei gewöhnlicher Temperatur ein farbloses stechend riechendes Gas von spec. Gew. 1,8604, das bei 4—5 Atmosphären Druck und bei -18° zu einer farblosen Flüssigkeit verdichtet werden kann. Gegen Metalle verhält sich das

¹⁾ Dieses aus gleichen Aequivalenten Kohlenstoff und Stickstoff (N-C) bestehende Radikal schliesst sich seines Verhaltens wegen an die vorhergehenden Körper am Besten an.

Cyan dem Chlor analog. Die Verbindungen derselben mit den eigentlichen Metallen sind meistens unlöslich (Ausnahme Hg Cy), mit den Alkalien und alkalischen Erden löslich. Die erstern werden durch Glühen beim Luftausschluss in Cyan und Metall, oder Stickstoff und Kohlenmetall, oder Paracyanmetall zersetzt. Die Verbindungen mit Alkalien können beim Luftausschluss ohne Zersetzung geschmolzen werden, beim Luftzutritt geglüht liefern sie cyansaure Salze.

Cyanwasserstoffsäure H Cy . Im reinen Zustand eine farblose eigenthümlich riechende, brennbare Flüssigkeit, die bei -15° fest wird, bei 26° kocht. Sie vermengt sich in allen Verhältnissen mit Wasser, Alkohol und Aether. Zersetzt sich sehr leicht unter Abscheidung eines braunen Körpers der Paracyan enthält. Durch starke Reagentien, sowohl Säuren als Alkalien, wird sie unter Aufnahme von 3 Atom Wasser in ameisensaures Ammoniak umgewandelt.



Säuren bilden ein Ammoniaksalz unter Austreibung der Ameisensäure, mit Ausnahme der concentrirten Schwefelsäure, welche auch die Ameisensäure in Kohlenoxyd und Wasser zersetzt; Alkalien treiben Ammoniak aus und bilden ein ameisensaures Alkali.

In den Lösungen der Cyanwasserstoffsäure oder der löslichen Cyanmetalle bringen hervor:

Salpetersaures Silberoxyd einen weissen käsigen, in Ammoniak und Cyankalium löslichen, in verdünnter Salpetersäure unlöslichen Niederschlag, der beim Glühen metallisches Silber zurücklässt, und mit Chlorwasserstoffsäure übergossen den Geruch nach Blausäure entwickelt. Um bei Gegenwart einer Cyanverbindung Chlorwasserstoffsäure zu finden, vermengt man die Verbindung vorher mit etwas kohlensaurem und salpetersaurem Natron und zerstört durch Glühen das Cyan, die geglühte Masse wird nun mit Wasser ausgelaugt und, nachdem sie mit Salpetersäure angesäuert worden, mit salpetersaurem Silberoxyd auf Chlorwasserstoffsäure untersucht;

Salpetersaures Quecksilberoxydul einen grauen Niederschlag von metallischem Quecksilber ($\text{Hg} \ddot{\text{N}}$, $\text{H Cy} = \text{Hg Cy}$, Hg , $\text{H} \ddot{\text{N}}$);

Essigsaures Kupferoxyd anfangs einen grüngelben Niederschlag von Kupfercyanid, der nach einiger Zeit weiss wird, unter gleichzeitiger Entwicklung von Cyan ($2 \text{Cu Cy} = \text{Cu Cy}$, Cy). Bei Gegenwart von schwefelichter Säure entsteht der weisse Niederschlag von Kupfercyanür sofort.

Eisenoxyduloxyd wenn vorher die Lösung mit Kali übersättigt worden, eine dunkle Trübung, die beim Behandeln mit Salzsäure einen blauen Niederschlag zurücklässt.

Aeusserst geringe Spuren von Cyanwasserstoffsäure können noch daran erkannt werden, dass, nachdem sie mit etwas gelbem Schwefelammonium so lange erwärmt worden, bis der Geruch nach Schwefelwasserstoff verschwunden ist, auf Zusatz eines Eisenoxydsalzes eine blutrothe Färbung entsteht.

Eisencyanwasserstoffsäure $2 \text{H Cy} + \text{Fe Cy}$. Die Cyanwasserstoffsäure sowohl wie das Cyankalium verbinden sich mit andern Cyanmetallen zu löslichen

Doppelcyanüren, aus welchen weder durch ätzende noch durch kohlensaure Alkalien die Metalle gefällt werden, wie bei den Cyanüren von Gold, Silber, Kupfer, Cadmium, Nickel, Cobalt, Eisen, Zink. Aus den alkalischen Doppelcyanüren von Silber, Quecksilber und Cadmium wird das Metall leicht durch Schwefelwasserstoff, aus denen von Eisen und Cobalt gar nicht, aus denen von Nickel, Zink und Kupfer schwer und nur theilweise gefällt. Da nun in diesen Verbindungen das Metall durch die gewöhnlichen Reagentien zum Theil nicht erkannt werden kann, so ist es zweckmässig, das Cyan vor der Untersuchung zu zerstören, was am besten durch Glühen beim Luftzutritt und nachheriges Behandeln mit Salpetersäure geschieht; hierauf kann das Metall in einer passenden Säure gelöst und die Lösung wie gewöhnlich untersucht werden.

Die wichtigste dieser Verbindungen ist die Eisencyanwasserstoffsäure und die demselben entsprechende Kaliumverbindung ($2 K \text{ Cy} + Fe \text{ Cy}$), diese verhalten sich gegen Reagentien folgendermaassen:

Salpetersaures Silberoxyd giebt mit denselben einen weissen in Salpetersäure und Ammoniak unlöslichen Niederschlag, der beim Glühen ausser metallischem Silber noch Eisenoxyd zurücklässt.

Eisenoxysalze erzeugen sofort einen blauen Niederschlag von Eisencyanürcyanid ($3 Fe \text{ Cy} + 2 Fe \text{ Cy}^3$), denn $3 (2 K \text{ Cy} + Fe \text{ Cy}), 2 \ddot{Fe} \ddot{S}^3 = 6 K \ddot{S} (3 Fe \text{ Cy} + 2 Fe \text{ Cy}^3)$.

Eisenoxydulsalze einen anfangs weissen Niederschlag, der der Luft ausgesetzt allmählig blau wird, $6 (2 K \text{ Cy} + Fe \text{ Cy}), 6 Fe \text{ Cl} = 6 K \text{ Cl}, 3 (2 K \text{ Cy} + Fe \text{ Cy}) + 9 Fe \text{ Cy}$; und ferner $9 Fe \text{ Cy}, 3 O = (3 Fe \text{ Cy} + Fe \text{ Cy}^3) + \ddot{Fe}$. Ein ähnlicher Vorgang findet statt, wenn die Kaliumverbindung durch Säuren zersetzt wird, $12 (2 K \text{ Cy} + Fe \text{ Cy}), 18 H \text{ Cl} = 3 (2 K \text{ Cy} + Fe \text{ Cy}) + 9 Fe \text{ Cy}, 18 H \text{ Cy}$.

Schwefelsaures Kupferoxyd einen braunen in verdünnten Säuren unlöslichen Niederschlag ($2 Cu \text{ Cy} + Fe \text{ Cy}$).

Die Cyanwasserstoffsäure und das Cyankalium verbinden sich auch mit dem Eisencyanid zu entsprechenden Verbindungen ($3 H \text{ Cy} + Fe \text{ Cy}^3$). Diese geben mit:

Eisenoxydösungen keinen,

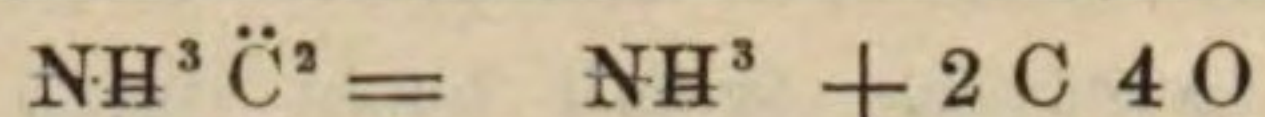
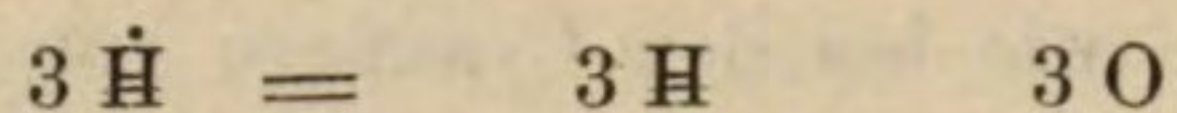
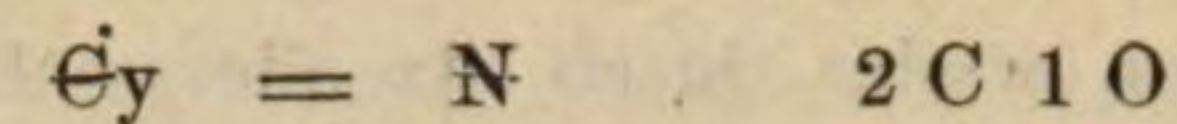
Eisenoxydullösungen sofort einen blauen Niederschlag ($3 K \text{ Cy} + Fe \text{ Cy}^3$), $3 Fe \text{ Cl} = (3 Fe \text{ Cy} + Fe \text{ Cy}^3), 3 K \text{ Cl}$.

Salpetersaures Silberoxyd einen rothgelben Niederschlag ($3 K \text{ Cy} + Fe \text{ Cy}^3$), $3 Ag \ddot{N} = (3 Ag \text{ Cy} + Fe \text{ Cy}^3) 3 K \ddot{N}$.

In den unlöslichen Verbindungen des Cyans kann dasselbe dadurch nachgewiesen werden, dass man sie durch Kochen mit Kali zersetzt und in der filtrirten Lösung nach der Neutralisation durch Salzsäure mit Eisensalzen reagirt, z. B. ($3 Fe \text{ Cy} + Fe \text{ Cy}^3$), $6 K = 3 (2 K \text{ Cy} + Fe \text{ Cy}), 2 \ddot{Fe}$. Bei Untersuchung der Eisencyan-Verbindungen auf Eisen ist, wie schon oben bemerkt worden, das Cyan vorher zu zerstören.

Cyansäure Cy . Diese Säure zersetzt sich sehr leicht in Kohlensäure und Ammoniak unter Aufnahme von 3 Atome Wasser, wesshalb die alkalischen Verbindungen derselben mit Säuren stark aufbrausen.¹⁾

¹⁾ Ist eine Eisencyan-Verbindung des Kaliums durch Glühen beim Luftzutritt zerstört worden so hat sich cyansaures Kali gebildet, wesshalb die Masse beim spätern Behandeln mit einer Säure auch sehr stark braust.



Die cyansauren Alkalien sind feuerbeständig.

Bor B. In reinem Zustand ein dunkelbraunes Pulver, welches in einer nicht oxydirenden Atmosphäre geglüht zusammensintert und dunkler wird. An der Luft oder im Sauerstoff erhitzt verbrennt es unter lebhafter Feuererscheinung zu Borsäure. Es ist in Wasser etwas löslich, in Salmiaklösung nicht.

Borsäure B̄. Eine farblose, bei Rothgluth zu einem Glase schmelzende Masse, bei 10° in 50 Th., bei 100° in 12—13 Th. Wasser, ebenfalls in Alkohol löslich. Sie verbindet sich mit 3 Atome Wasser zu der crystallinischen Borsäure $\text{B} \ddot{\text{H}}^3$. Lackmuspapier wird durch dieselbe schwach roth, Curcumapapier aber braun gefärbt. Die braune Färbung wird durch Chlorwasserstoffsäure nicht verhindert, sie tritt beim Trocknen des Papiers besonders hervor. An und für sich ist die Borsäure nicht flüchtig, mit Wasser und Alkoholdampf ist sie aber etwas flüchtig. Bei gewöhnlicher Temperatur ist sie eine sehr schwache, bei erhöhter Temperatur eine sehr starke Säure, die sich in verschiedenen Verhältnissen mit den Basen verbinden kann. Nur die Verbindungen derselben mit den Alkalien sind in Wasser leicht, alle andern sind entweder gar nicht oder schwer in Wasser löslich. Die Verbindungen derselben mit den Alkalien reagiren alkalisch auch bei überschüssiger Borsäure. Beim Erhitzen verlieren die wasserhaltenden das Wasser unter starkem Aufblähen.

Die freie Borsäure kann dadurch erkannt werden, dass sie mit Alkohol übergossen die Flamme desselben grün färbt. Bei geringen Mengen tritt diese Färbung erst gegen Ende ein und zeigt sich besonders an den Spitzen der Flammen. Da Kupfersalze, besonders die in Alkohol löslichen, eine ähnliche Erscheinung zeigen, so ist es nothwendig, dieselben vorher durch Schwefelwasserstoff aus denjenigen Lösungen zu fällen, welche auf Borsäure untersucht werden sollen. Es versteht sich von selbst, dass borsäure Salze sich gegen die Alkoholflamme ebenso verhalten, wenn die Säure durch concentrirte Schwefelsäure vorher frei gemacht worden.

Ein viel empfindlicheres Erkennungsmittel als das vorhergehende giebt das Verhalten der Borsäure gegen Curcuma-Papier. Es darf dieselbe aber zu diesem Ende nicht durch Schwefelsäure, sondern muss durch Chlorwasserstoffsäure frei gemacht werden, da erstere organische Körper auch bräunen kann.

Das gewöhnlichste borsäure Salz ist das zweifach borsäure Natron, Borax $\text{Na} \ddot{\text{B}}^2 + 10 \text{H}$.

In der Lösung desselben bringen hervor:

Freie Säuren bei einiger Concentration der Lösung eine Abscheidung von freier Borsäure, die dann sowohl durch die Färbung der Alkoholflamme als des Curcuma-papiers erkannt werden kann;

Chlorbaryum } Niederschläge, die in Wasser, Säuren und Ammoniaksalzen lös-
Chlorcalcium } lich sind;

Schwefelsäure Magnesia nur beim Kochen einen in der Kälte wieder verschwindenden Niederschlag;

Salpetersaures Silberoxyd in concentrirter Lösung einen weissen Niederschlag von borsaurom Silberoxyd, der in vielem Wasser und in Salpetersäure löslich ist. In verdünnter Lösung einen braunen Niederschlag von reinem Silberoxyd;

Salpetersaures Quecksilberoxydul verhält sich dem vorhergehenden ähnlich;

Quecksilberchlorid einen braunen Niederschlag von Quecksilberoxydchlorid.

Borfluorwasserstoffsäure $\text{H F} + \text{B F}^3$. Wird Borsäure mit Fluorwasserstoffsäure behandelt oder Fluorcalcium mit Borsäure geglüht, so entweicht ein Gas: Fluorbor B F^3 , welches mit wenig Wasser in Berührung Fluorborsäure $3 \text{H F} + \ddot{\text{B}}$ bildet, diese ist eine dickflüssige Flüssigkeit, welche auf organische Körper ähnlich der Schwefelsäure einwirkt; bei mehr Wasser entsteht aber die Borfluorwasserstoffsäure unter gleichzeitiger Abscheidung von Borsäure $4 \text{B F}^3, 3 \text{H} = (3 \text{H F} + 3 \text{B F}^3) \ddot{\text{B}}$.

Kalialze geben mit dieser Säure einen gallertartigen Niederschlag $3 \text{K} (3 \text{H F} + 3 \text{Bo F}^3) = (3 \text{K F} + 3 \text{Bo F}^3) 3 \text{H}$.

Natronsalze geben keinen Niederschlag.

Concentrirte Schwefelsäure zersetzt diese Verbindungen, worauf die Reaktionen des Fluors und der Borsäure hervortreten.

Silicium Si. Entweder ein dunkelbraunes stark abfärbendes Pulver, welches beim Luftzutritt erhitzt unter Lichterscheinung Kieselsäure bildet, oder (nach dem Glühen) eine dichtere, schwerere, dunklere nicht mehr entzündliche Masse. Von Salpetersäure und Schwefelsäure wird das Silicium nicht verändert. Im ungeglühten Zustand wird es von Fluorwasserstoffsäure und von Kali schon in der Kälte gelöst, welches bei dem im geglühten Zustande befindlichen, selbst beim Kochen nicht stattfindet. Am besten wird dasselbe durch Schmelzen mit ätzenden und kohlensauren Alkalien oxydirt.

Kieselsäure $\ddot{\text{Si}}$. Kommt in verschiedenen Modificationen vor:

- 1) crystallinisch (als Quarz) von dem spec. Gew. 2,647—2,661. Derselbe ist indifferent gegen alle Säuren mit Ausnahme der Fluorwasserstoffsäure. Aber auch diese wirkt nur wenn sie concentrirt ist auf diese Modification im feingepulverten Zustand und dann auch meistens ohne Verursachung einer merklichen Temperatur-Erhöhung ein; gröbere Stücke widerstehen der Einwirkung. Ebenso verhalten sich kaustische fixe Alkalien, indem sie wenig davon auflösen. Kohlensaure Alkalien wirken noch weniger ein, da gepulverter Quarz auch beim Kochen fast gar nicht davon gelöst wird;
- 2) amorph, wie sie durch Zersetzen des Fluorsiliciums mit Wasser oder eines durch eine Säure zersetzbaren Silicats erhalten wird. Sie bildet ein amorphes Pulver von dem spec. Gew. 2,21—2,23 ¹⁾, welches sich gegen Säuren im Allgemeinen wie die vorhergehende verhält, mit Fluorwasserstoffsäure aber sehr leicht unter Wärme-Entwicklung eine Auflösung bildet ($\ddot{\text{Si}}, 3 \text{H F} = \text{Si F}^3, 3 \text{H}$),

¹⁾ Die opalartigen Mineralien haben nach dem Glühen ein spec. Gew. von 2,21—1,34.

die beim Verdampfen in einer Platinschaale keinen Rückstand lässt. Durch Kochen mit ätzenden und kohlensauren fixen Alkalien wird ebenfalls eine Lösung bewirkt.

Die Kieselsäure ist bei gewöhnlicher Temperatur eine sehr schwache, bei erhöhter Temperatur aber eine sehr starke Säure, da sie dann fast alle andere Säuren auszutreiben im Stande ist. Sie ist noch besonders daran zu erkennen, dass sie mit einer gehörigen (nicht zu grossen) Menge kohlensauren Natrons unter Kohlensäure-Entwicklung zu einem klaren auch nach dem Erkalten klar bleibenden Glase zusammengeschmolzen werden kann. Von Borax wird sie, obgleich erst beim längern Schmelzen, gelöst. Phosphorsalz löst sie nicht auf, sie wird beim Schmelzen daraus abgeschieden und schwimmt in der Perle als Kieselskelett herum.

Wird Kieselsäure mit ätzenden oder kohlensauren Alkalien im Ueberschuss geschmolzen, so entsteht ein kieselsaures in Wasser lösliches Alkali. In einer verdünnten Auflösung derselben bringen Salzsäure und Salpetersäure keine sichtliche Veränderung hervor; bei Anwendung einer concentrirten Lösung oder beim Abdampfen einer verdünnten Lösung aber scheidet sich die Kieselsäure als Gallert ab, welche beim weitem Abdampfen pulverförmig wird.

Die kieselsauren Alkalien reagiren alkalisch, sie werden durch alle Säuren, die Kohlensäure nicht ausgenommen, zersetzt. Sie bringen mit den Lösungen der Metalloxyde und Erden dicke, zuweilen gallertartige Niederschläge hervor, die sich meistens anfangs in Säuren lösen, nach einiger Zeit aber gelatiniren.

Die in Wasser unlöslichen Silicate lassen sich in Bezug auf ihr Verhalten gegen Säuren in 2 Abtheilungen theilen:

- 1) solche, welche im feingepulverten Zustand durch Säuren (Chlorwasserstoffsäure) zersetzt werden;
- 2) solche, die durch Säuren nicht angegriffen werden.

Zu der ersten Abtheilung gehören viele in der Natur vorkommende Silicate (z. B. Zeolithe ¹⁾), manche Schlacken etc. Sie sind daran zu erkennen, dass sie beim Erwärmen mit concentrirter Salzsäure die Kieselsäure, meist gallertartig, abscheiden.

Bei der Analyse derselben digerirt man sie im feingepulverten Zustand mit überschüssiger concentrirter Salzsäure so lange bis das sandige oder steinige Pulver verschwunden und nur gallertartige Kieselsäure vorhanden ist. (Dieses erkennt man daran, dass beim Reiben mit einem Glasstabe kein Knirschen mehr wahrgenommen wird.) Nun dampft man, am besten in einem Wasserbade, unter fortwährendem Umrühren mit einem Glasstabe bis zur Trockniss ein und glüht dann den Rückstand schwach. Nach dem Erkalten befeuchtet man denselben mit Chlorwasserstoffsäure und lässt diese einige Zeit einwirken. Nun erwärmt man, verdünnt mit Wasser und kocht aus. Hierdurch lösen sich die mit der Kieselsäure verbundenen Basen auf und können in der von der Kieselsäure abfiltrirten Flüssigkeit näher nachgewiesen werden.

Die zur zweiten Gruppe gehörigen, durch Säuren nicht zersetzbaren Silicate sind je nach ihrer Zusammensetzung auf verschiedene Weise zu behandeln:

- a) solche, welche nicht auf Alkalien zu untersuchen sind.

Dieselben werden im fein geschlammten Zustande mit dem 4—5fachen Gewicht von kohlensaurem Kali-Natron genau gemengt und bis zur vollständigen Zersetzung geschmolzen, was an dem ruhigen Fliessen der Masse zu erkennen ist. Nach dem

¹⁾ Von Cronstedt so genannt, weil sie beim Erhitzen vor dem Löthrohr aufschäumen. Von ζέω kochen und λίθος Stein.

Erkalten weicht man die Masse in Wasser auf, setzt Chlorwasserstoffsäure im Ueberschuss hinzu und scheidet die Kieselsäure auf die früher angegebene Weise ab, worauf die abfiltrirte Flüssigkeit auf die damit verbundenen Basen untersucht werden kann.

b) unlösliche Silicate, welche auch auf Alkalien zu untersuchen sind.

Diese Verbindungen können auf verschiedene Weise zersetzt werden.

Man vermengt die fein geschlämmte Substanz mit dem 5 — 6fachen Gewicht kohlensaurer Baryterde aufs Genaueste und setzt das Gemenge eine halbe Stunde lang dem stärksten Gebläsefeuer aus ¹⁾. Ist die Masse geschmolzen oder wenigstens zusammengesintert, so lässt man sie erkalten, übergiesst sie in einem passenden Gefäss mit verdünnter Chlorwasserstoffsäure und erwärmt bis zur volltsändigen Zersetzung, worauf die Kieselsäure, wie früher angegeben, abgeschieden wird. Die davon abfiltrirte Lösung enthält ausser den Basen des Silicats noch Baryterde, die vor der weitem Untersuchung auf andere Basen durch Schwefelsäure ausgefällt werden muss.

Oder man übergiesst die fein geschlämmte Substanz in einer Platinschaale vorsichtig, unter Umrühren mit einem Platinspaten, mit frischbereiteter concentrirter (rauchender) Fluorwasserstoffsäure. Nachdem soviel hiervon zugesetzt worden als zur Bildung eines dünnen Breies nothwendig ist, lässt man das Gemenge einige Zeit auf einander einwirken und fügt dann nach und nach concentrirte Schwefelsäure bis zu einem kleinen Ueberschuss hinzu. Hierauf wird die Flüssigkeit bis zur Verjaguug des Fluorsiliciums und der Fluorwasserstoffsäure erwärmt und dann stärker bis zum Austreiben der überschüssigen Schwefelsäure erhitzt. Der Rückstand wird nun gelöst und zur weitem Untersuchung verwandt.

Man kann auch die Substanz dadurch aufschliessen, dass man sie im fein geschlämmten Zustand in einem Platintiegel mit Schwefelsäure übergiesst und dann in einem passenden Apparat den Dämpfen der Fluorwasserstoffsäure aussetzt.

Manche sonst durch Säuren nicht angreifbare Silicate (z. B. manche Glimmer) lassen sich dadurch zersetzen, dass man sie in einer starken Glasröhre mit concentrirter Salzsäure übergiesst und, nachdem das Rohr zugeschmolzen worden, mehrere Tage hindurch in kochendes Wasser legt, es scheidet sich hierbei die Kieselsäure gallertartig ab; ist dieses vollständig geschehen, so öffnet man das Rohr und verfährt dann wie bei einem durch Salzsäure zersetzbaeren Silicat.

Gemengte, zugleich zersetzbaere und nicht zersetzbaere Silicate enthaltende Verbindungen werden zuerst wie die zersetzbaeren mit Chlorwasserstoffsäure behandelt, nach dem Abdampfen bis zur Trockniss mit Wasser und Salzsäure ausgezogen und der Rückstand, welcher ausser dem nicht zersetzbaeren Theil noch die Kieselsäure des zersetzten enthält, mehrere Male mit einer concentrirten oft zu erneuernden Auflösung von kohlensaurem Natron ausgekocht, hierdurch wird die ausgeschiedene Kieselsäure gelöst, der zurückbleibende Theil ausgewaschen und dann wie die unlöslichen Silicate behandelt.

Kieselfluorwasserstoffsäure $3\text{H F} + 2\text{Si F}^3$. Eine saure Flüssigkeit, deren Kochpunkt höher als der des Wassers ist, beim Abdampfen zersetzt sie sich, indem zuerst Fluorsilicium und dann die Fluorwasserstoffsäure sich verflüchtigt, wesshalb sie auch beim Verdampfen auf Glas dasselbe angreift. Mit den Basen bildet

¹⁾ Am besten auf einem Gas-Gebläse, wie es im Erdmann'schen Journal für pr. Chemie Bd. LV. 8. beschrieben ist.

sie Kieselfluormetalle, z. B. $(3\text{H F} + 2\text{Si F}^3) 3\text{Ba Cl} = (3\text{Ba F} + 2\text{Si F}^3) 3\text{H Cl}$. Durch Alkalien im Ueberschuss wird sie zersetzt, es bildet sich hierbei eine Fluorverbindung und Kieselsäure scheidet sich ab. Ebenso wird sie durch Säuren, besonders durch concentrirte Schwefelsäure zersetzt, indem zuerst Fluorsilicium und dann Fluorwasserstoffsäure ausgeschieden wird. Die Salze dieser Säure röthen das Lackmuspapier, durch Glühen werden sie zersetzt, indem Fluorsilicium entweicht.

In der Lösung derselben bringen hervor:

Kalisalze einen gallertartigen durchscheinenden Niederschlag, der in Säuren unlöslich ist und durch Alkohol weniger durchscheinend wird;

Natronsalze einen dem vorhergehenden ähnlichen, aber nicht durchscheinenden Niederschlag;

Ammoniaksalze keinen Niederschlag;

Barytsalze besonders beim Erwärmen einen feinen crystallinischen Niederschlag.

Kohlenstoff C, kommt vor:

- 1) crystallisirt als Diamant, meist farblos, der härteste Körper, spec. Gew. 3,5. Unschmelzbar, indifferent gegen alle Reagentien, lässt sich nur, wenn er stark erhitzt ist, im Sauerstoff oder in atmosphärischer Luft verbrennen;
- 2) amorph, schwarz, unschmelzbar, leichter als die vorhergehende Modification verbrennbar. Mit dem doppelten Gewicht Salpeter gemengt und in einem Porzellantiegel erhitzt, verbrennt der Kohlenstoff unter Verpuffung mit Ausnahme des Graphits, der nur im Sauerstoff erhitzt verbrennt. Dieser wird, wie alle Kohlenarten, auch durch die höchste Temperatur beim Luftausschluss durch Kochen mit Salpetersäure, Königswasser und Alkalien nicht verändert, ebenso wenig wirkt Chlor darauf ein, jedoch zeichnet er sich noch dadurch aus, dass er andern Körpern, die damit gerieben werden, einen eigenthümlichen dunkeln bleigrauen metallisch glänzenden Ueberzug ertheilt, der durch Säuren nicht verändert wird.

Kohlenoxyd C. Farb- und geruchloses Gas, etwas leichter als atmosphärische Luft, brennt mit blauer Flamme, wird wenig von Wasser absorbirt. Gegen Säuren und Alkalien indifferent.

Oxalsäure E. Bildet mit 3 Atom Wasser Crystalle, die an trockner Luft unter Verlust von 2 Atom Wasser verwittern. Sie ist geruchlos, ohne Zersetzung nicht flüchtig (?), rasch erhitzt zerfällt sie in Kohlensäure, Kohlenoxyd und Ameisensäure. Mit concentrirter Schwefelsäure erhitzt zerfällt sie in Kohlensäure und Kohlenoxyd $\ddot{\text{E}} = \ddot{\text{C}}, \dot{\text{C}}$. In Wasser und Alkohol gelöst, röthet sie auch bei sehr starker Verdünnung Lackmus.

Sie ist eine sehr starke Säure, die mit vielen Basen unlösliche oder schwerlösliche Salze bildet. Durch Glühen werden alle Salze derselben zersetzt, es entstehen hierbei aber verschiedene Produkte. Die Verbindungen derselben mit starken Basen z. B. Alkalien liefern kohlen-saures Salz und Kohlenoxyd-gas. Die schwächern durch Kohlenoxyd-gas nicht reducibaren Basen liefern reines Oxyd, z. B. oxalsaure Talkerde etc. $(\text{Mg} \ddot{\text{E}} = \text{Mg}, \ddot{\text{C}}, \dot{\text{C}})$, die durch Kohlenoxyd reducibaren reines Metall

unter Kohlensäure-Entwicklung ($\text{Ni} \ddot{\text{E}} = \text{Ni}, 2 \ddot{\text{C}}$). Oxalsaures Bleioxyd giebt bei 200° Bleisuboxyd ($2\text{Pb} \ddot{\text{E}} = \text{Pb}, 3 \ddot{\text{C}}, \dot{\text{C}}$).

In den Lösungen der Oxalsäure und deren Salze bringen hervor:

Kalksalze weisse Niederschläge, die in starken Säuren löslich, unlöslich in Essigsäure und Ammoniaksalzen sind. Am charakteristischen ist das Verhalten der oxalsauren Salze gegen schwefelsaure Kalklösung (Gypswasser), weil auch in der Lösung dieses sehr schwer löslichen, eine sehr starke Säure haltenden Salzes nach einiger Zeit noch ein deutlicher Niederschlag entsteht;

Salpetersaures Silberoxyd einen weissen in Salpetersäure und in Ammoniak löslichen Niederschlag;

Essigsaures Bleioxyd einen weissen in Essigsäure unlöslichen, in Salpetersäure löslichen Niederschlag;

Goldchlorid bei Gegenwart freier Salzsäure besonders beim Erwärmen einen Niederschlag von metallischem Gold (siehe S. 9);

Superoxyde, z. B. Mangansuperoxyd, mit freier Oxalsäure übergossen, werden unter Kohlensäure-Entwicklung reducirt ($\text{Mn} \ddot{\text{E}} = \text{Mn}, 2 \ddot{\text{C}}$).

In den unlöslichen oxalsauren Salzen wird die Oxalsäure auf die Weise gefunden, dass man das Salz in einer Säure löst, die Basis hieraus fällt (z. B. das Bleioxyd durch Schwefelwasserstoff, die Kalkerde durch Schwefelsäure und Alkohol), die filtrirte Lösung zuerst mit Ammoniak neutralisirt dann mit Essigsäure ansäuert und nun mit Gypswasser reagirt.

Kohlensäure $\ddot{\text{C}}$. Bei gewöhnlicher Temperatur ein farbloses Gas von eigenthümlichem sauren Geruch und Geschmack, welches Lackmuspapier vorübergehend röthet. Bei 0° wird sie durch 36 Atmosphären Druck flüssig und durch theilweises Verdampfen der flüssigen Kohlensäure wird der andere Theil fest. Von Wasser wird sie unter gewöhnlichen Verhältnissen wenig, bei vermehrtem Druck in grösserem Maassstab absorbirt.

Sie ist eine schwache Säure, welche aus ihren Verbindungen mit Basen fast durch alle andern Säuren ausgetrieben wird ¹⁾. Die Verbindungen derselben sind mit Ausnahme der mit Alkalien in Wasser unlöslich, in Säuren, wofern die Basis sich in denselben löst, unter Kohlensäure-Entwicklung löslich. Leitet man Kohlensäure durch Kalkwasser, so entsteht ein Niederschlag, der aber in einem Ueberschuss von Kohlensäure sich löst, durch Kochen dieser Lösung wird aber die überschüssige Kohlensäure ausgetrieben und wiederum neutrale kohlensaure Kalkerde gefällt. Aehnlich verhalten sich die Auflösungen der kohlensauren Alkalien gegen Lösungen der alkalischen Erden, die einfachen Carbonate fallen dieselben, die Bicarbonate in der Kälte nicht; erst beim Kochen findet dieses unter Verlust an Kohlensäure statt.

Die kohlensauren Alkalien geben mit allen Lösungen der Erden und Metalloxyde Niederschläge, diese bestehen:

- mit den alkalischen Erden aus neutralen kohlensauren Salzen,
- mit den meisten Metalloxyden aus basischen Salzen,

¹⁾ Bei einigen in der Natur vorkommenden kohlensauren Salzen geschieht dieses schwierig und nur bei Anwendung concentrirter Säuren.

mit den schwachen Basen unter Kohlensäure-Entwicklung aus Hydraten der Oxyde.

Die Kohlensäure wird in ihren Verbindungen am einfachsten an dem geruchlosen Aufbrausen erkannt, welches durch Zusatz einer stärkern Säure hervorgebracht wird. Da nun die schwefelichte Säure auch unter denselben Erscheinungen ausgetrieben wird, und dadurch leicht die Kohlensäure verdeckt werden könnte, so ist es nothwendig, um in solchen Fällen diese erkennen zu können, in einem passenden Apparat die Gase zu entwickeln, dieselben zuerst durch eine concentrirte Boraxlösung und dann in ein Gemenge von Chlorbaryum und Ammoniak zu leiten. Von ersterer wird die schwefelichte Säure absorbirt, entsteht nun in letzterer noch ein Niederschlag, so kann derselbe nur von Kohlensäure herrühren. Gleichzeitig entwickeltes Schwefelwasserstoffgas wird an seinem Geruch und seinem Verhalten gegen mit essigsaurem Bleioxyd getränkte Papierstreifen erkannt.

Weinsteinsäure $\bar{T} = 8C\ 4H\ 10O + 2H$. Bildet im wasserhaltigen Zustand farblose nicht verwitternde Crystalle, die in Wasser und Alkohol löslich sind. Wird sie für sich erhitzt, so schwärzt sie sich unter Verbreitung eines eigenthümlichen Geruchs (nach verbranntem Zucker), mit Schwefelsäure erhitzt, entwickelt sich ausserdem noch schwefelichte Säure.

Sie verbindet sich mit den schwachen Basen zu löslichen Salzen, aus welchen die Basis durch Alkalien nicht gefällt werden kann, die Fällung als Schwefelmetall wird durch dieselbe nicht verhindert. Es ist dieses besonders bei der Untersuchung auf Thonerde und Chromoxyd zu berücksichtigen, in welchem Falle die etwa vorhandene Weinsteinsäure vorher durch Glühen zerstört werden muss.

In der Auflösung dieser Säure bringen hervor:

Kalkwasser einen weissen crystallinischen, in überschüssiger Weinsteinsäure, in Chlorwasserstoffsäure, und Ammoniaksalzen löslichen Niederschlag. In Kali löst derselbe sich in der Kälte auf, wird beim Kochen aber wieder gallertartig gefällt;

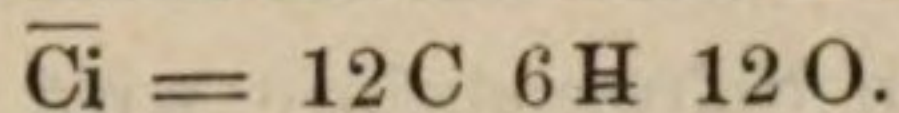
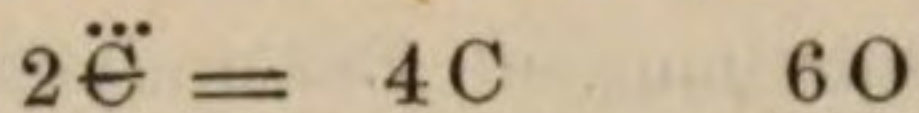
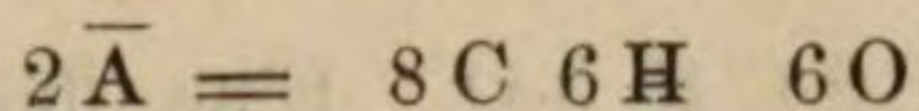
Kalisalze in nicht zu verdünnten Lösungen einen crystallinischen Niederschlag;

Essigsaures Bleioxyd einen crystallinischen in Ammoniak löslichen Niederschlag.

Ueberschwefelsäure und Chromsäure werden durch dieselbe reducirt, Goldchlorid nicht.

Traubensäure $\bar{U} = 4C\ 2H\ 5O$. Hat sowohl in ihren äusseren Eigenschaften als in ihrem chemischen Verhalten die grösste Aehnlichkeit mit der Weinsteinsäure. Unterscheidet sich von derselben dadurch, dass sie verwittert, mit Gyps-lösung, wenn auch nach einigem Stehen, einen Niederschlag giebt und mit Kalkwasser einen in Traubensäure und Ammoniaksalzen unlöslichen amorphen Niederschlag hervorbringt.

Citronensäure $\bar{Ci} = 12C\ 6H\ 12O$. Bildet nicht verwitternde, nicht zerfliessende in Wasser und Alkohol lösliche Crystalle, die beim Erhitzen für sich und besonders mit concentrirter Schwefelsäure weniger Kohle abscheiden als die beiden vorhergehenden Säuren, indem sie die Zersetzungsprodukte der Essigsäure und Oxalsäure liefert.



Auch entwickelt sich hierbei nicht der die beiden Säuren charakterisirende Geruch nach verbranntem Zucker.

Mit Kalkwasser im Ueberschuss giebt sie in der Kälte keinen Niederschlag, derselbe entsteht nur beim Erhitzen und verschwindet wieder beim Erkalten.

Apfelsäure $\bar{M}a = 8\text{C } 4\text{H } 8\text{O}$. Bildet leicht zerfliessliche in Alkohol und Wasser leicht lösliche Crystalle. Fast alle Salze derselben sind löslich. Mit Chlorcalcium giebt sie keinen Niederschlag, setzt man aber Alkohol hinzu, so entsteht ein in Kupferchlorid löslicher Niederschlag. Essigsaures Bleioxyd giebt mit derselben einen Niederschlag, der beim Erhitzen harzig wird.

Bernsteinsäure $\bar{S}u = 4\text{C } 2\text{H } 3\text{O}$. Geruchlose weisse sublimirbare Crystalle, die in Wasser, Alkohol und Aether löslich sind und erhitzt mit blauer nicht russender Flamme verbrennen. An ein Alkali gebunden giebt sie mit neutralem Eisenchlorid einen sehr voluminösen zimmetfarbenen in Chlorwasserstoffsäure löslichen Niederschlag; ebenso mit salpetersaurem Silberoxyd einen in Ammoniak und Salpetersäure löslichen Niederschlag.

Benzoësäure $\bar{B}e = 14\text{C } 6\text{H } 4\text{O}$. Sublimirbare Crystalle, die in kaltem Wasser schwer löslich, löslicher in heissem Wasser und Alkohol sind, und beim Erhitzen mit stark russender Flamme verbrennen. Durch ein Alkali neutralisirt giebt sie mit neutralen Eisenoxydsalzen einen voluminösen hellbraunen Niederschlag, der beim Behandeln mit Chlorwasserstoffsäure Benzoësäure abscheidet.

Essigsäure $\bar{A} = 4\text{C } 3\text{H } 3\text{O} + \dot{\text{H}}$. Eine flüchtige eigenthümlich riechende bei niedriger Temperatur crystallisirende Flüssigkeit. Die Salze derselben sind meistens in Wasser und in Alkohol löslich.

Essigsaure Alkalien geben:

Mit salpetersaurem Silberoxyd einen crystallinischen in kochendem Wasser, in Salpetersäure und Ammoniak löslichen Niederschlag.

Ebenso mit salpetersaurem Quecksilberoxydul einen crystallinischen Niederschlag.

Neutrale Eisenoxydsalze werden dadurch blutroth gefärbt, durch Zusatz einer Säure verschwindet diese Färbung wieder.

Durch Schwefelsäure wird diese Säure ausgetrieben und ist dann leicht am Geruch zu erkennen; wird zu gleicher Zeit Alkohol zugesetzt und erwärmt, so entwickelt sich Essigäther. Die Verbindungen der Essigsäure mit starken Basen geben beim Glühen Aceton, indess ein kohlen-saures Salz zurückbleibt ($\bar{K} + 4\text{C } 3\text{H } 3\text{O} = \bar{K} \ddot{C}, 3\text{C } 3\text{H } 1\text{O}$). Wird ein essigsaures Alkali mit arsenichter Säure gemengt und erhitzt, so entwickelt sich das durch seinen Geruch leicht erkennbare Kakodyloxyd $2(4\text{C } 3\text{H } 3\text{O}), \ddot{A}s = 4\text{C } 6\text{H } \text{As}, \text{O}, 4\ddot{C}$).

Ameisensäure $\overline{\text{Fo}} = 2 \text{ C H } 3 \text{ O}$. Eine flüchtige der Essigsäure ähnliche Flüssigkeit, die mit dieser übereinstimmend Eisenoxydsalze roth färbt, sich aber von derselben durch ihre reducirende Kraft und dadurch unterscheidet, dass das Bleisalz in Alkohol unlöslich ist. Durch Schwefelsäure wird sie in Kohlenoxyd und Wasser zerlegt ($2 \text{ C H } 3 \text{ O} = \dot{\text{H}}, 2 \ddot{\text{C}}$).

Quecksilberchlorid wird dadurch besonders in der Wärme als Quecksilberchlorür gefällt ($4 \text{ Hg } \ddot{\text{Cl}}, 2 \text{ C H } 3 \text{ O}, 2 \dot{\text{H}} = 2 \text{ Hg } \ddot{\text{Cl}}, 2 \ddot{\text{C}}, 2 \text{ H } \ddot{\text{Cl}}, \dot{\text{H}}$), durch Kochen scheidet sich metallisches Quecksilber ab.

Salpetersaures Silberoxyd fällt zuerst als weisses crystallinisches ameisensaures Silberoxyd, welches später, besonders beim Erwärmen, metallisches Silber abscheidet ($2 \text{ Ag}, 2 \text{ C H } 3 \text{ O} = 2 \text{ Ag}, \dot{\text{H}}, 2 \ddot{\text{C}}$).

Milchsäure $\overline{\text{La}} 6 \text{ C } 6 \text{ H } 6 \text{ O}$. bildet im concentrirten Zustand einen sehr sauren in Wasser und Alkohol leicht löslichen Syrup. Sie liefert meist lösliche Salze, das Kalk- und Zinksalz crystallisiren am leichtesten. Mit concentrirter Schwefelsäure erwärmt, entwickelt sie reines Kohlenoxydgas. Mit Salpetersäure erhitzt, bildet sie Oxalsäure.

Sie verhindert die vollständige Fällung des Kupferoxyds durch Kalk.

II.

Gang der qualitativen Analyse.

A. Voruntersuchung.

Nach Kenntnissnahme von den äussern Eigenschaften unterwirft man die zu untersuchende Substanz zweckmässig folgenden vorläufigen Proben:

I. Ein kleiner Theil derselben wird in einer an einem Ende zugeschmolzenen Glasröhre von der Stärke eines Federkiels erhitzt. Entweichen hierbei gasförmige Körper, so sind vorzüglich zu berücksichtigen;

Schwefelichte Säure (S);

Dieselbe entwickelt sich vorzüglich aus den Salzen der verschiedenen Säuren des Schwefels.

Salpetrichte Säure (N);

Entsteht meist durch Zersetzung salpetersaurer Salze. Sind zu gleicher Zeit kohlehaltende Körper, z. B. organische Säuren, zugegen, so zeigt sich ausserdem eine Verpuffung.

Kohlensäure (C).

Kohlenoxyd-Gas (C);

Entsteht durch Zersetzung oxalsaurer und ameisensaurer Salze.

Cyan (Cy).

Es wird durch blosses Erhitzen vorzüglich aus seinen Verbindungen mit edlen Metallen ausgetrieben.

Aceton ($3\text{C } 3\text{H } 1\text{O}$).

Entsteht durch Zersetzung essigsaurer Salze.

Ammoniak (NH^3).

Entsteht durch Zersetzung eines Ammoniaksalzes oder einer andern stickstoffreichen Verbindung z. B. Cyan.

Verdichten sich Wassertropfen in dem kälteren Theile der Röhre, so müssen dieselben auf ihr Verhalten gegen Reagenspapier geprüft werden. Eine alkalische Reaction kann durch Ammoniak, eine saure Reaction hingegen durch eine flüchtige (organische oder unorganische) Säure hervorgebracht werden. Unter den letztern ist die schwefelichte Säure und die Schwefelsäure besonders hervorzuheben. Die Schwefelsäure verflüchtigt sich beim Erhitzen ihrer Verbindungen mit schwachen Basen, beide können auch aus schwefelsaurem Eisenoxydul ($\text{Fe } \ddot{\text{S}} + \text{H}^7$) frei werden. ¹⁾

Setzen sich feste Körper in dem kälteren Theile der Röhre an, so sind zu berücksichtigen:

Schwefel (S);

Quecksilber (Hg);

Arsenik (As);

Arsenichte Säure ($\ddot{\text{A}}\text{s}$);

Antimonoxyd ($\ddot{\text{S}}\text{b}$);

welche sich durch ihre früher angegebenen Eigenschaften auszeichnen.

Quecksilberchlorid ($\text{Hg } \text{Cl}$);

Bildet einen weissen Sublimat, der vor dem Verflüchtigen schmilzt und mit Kali übergossen gelbroth gefärbt wird.

Quecksilberchlorür ($\text{Hg } \text{Cl}$);

Sublimirt, ohne vorher zu schmelzen, wird durch Kali geschwärzt.

Chlorammonium ($\text{NH}^4 \text{Cl}$);

Bildet einen weissen, nicht schmelzbaren Sublimat, der, mit Kali übergossen, unter Ammoniakbildung verschwindet.

¹⁾ $2 \text{Fe} \ddot{\text{S}} = \ddot{\text{F}}, \ddot{\text{S}}, \ddot{\text{S}}.$

Wird die Substanz unter Entwicklung brenzlicher Producte geschwärzt, so deutet dieses auf die Gegenwart nicht flüchtiger organischer Körper, z. B.

Weinsteinsäure (T).

Aus früher angegebenen Gründen ist es nothwendig, dieselbe vor der weitem Untersuchung auf Basen durch Glühen zu zerstören. In einem andern unveränderten Theil ist dann auf flüchtige Körper zu untersuchen. (s. S. 62).

Zeigt sich beim Erhitzen eine Bräunung unter Entwicklung eines Geruches nach Cyan oder Ammoniak, so hat man auf Doppelcyanüre z. B.

Kaliumeisencyanür ($2K\text{Cy} + Fe\text{Cy} + 3H$)

besonders Rücksicht zu nehmen. Ist das Cyan aus den S. 55 angegebenen Gründen vorher durch Glühen zerstört worden, so muss die unveränderte Substanz auf flüchtige Körper untersucht werden,

Zeigt sich ein starkes Aufblähen, so deutet dies auf die Gegenwart

borsaurer Salze (B).

II. Ein anderer kleiner Theil wird in einer an beiden Enden offenen Glasröhre erhitzt.

Es können hierbei vorzüglich

Schwefelmetalle

durch die Entwicklung von schwefelichter Säure erkannt werden.

III. Durch die Untersuchung vor dem Löthrohr werden besonders die leicht reducibaren Metalle erkannt. Ist Arsenik durch Erhitzen mit Kohle oder Cyankalium erkannt worden, und bei der weitem Untersuchung durch Schwefelwasserstoff kein Niederschlag von Schwefelarsenik entstanden, so ist

Arseniksäure ($\ddot{A}s$)

zu vermuthen (s. S. 6).

Hat die zu untersuchende Substanz eine auffallende gelbe oder rothe Farbe, so ist die Gegenwart der

Chromsäure (Cr)

wahrscheinlich. Nachdem dieselbe auf die, Seite 31, angegebene Weise sicher dargethan worden ist, reducirt man sie durch Kochen mit Chlorwasserstoffsäure und Alkohol, ehe Schwefelwasserstoff angewandt wird.

Nach diesen Proben auf trockenem Wege ist das Verhalten der Substanz gegen Lösungsmittel festzustellen, da der Gang der weiteren Untersuchung davon abhängig ist. In dieser Beziehung kann man die Körper in drei Hauptklassen eintheilen:

- I. in Wasser lösliche;
- II. in Wasser unlösliche, aber in Säuren lösliche;
- III. in Wasser und Säuren unlösliche.

Zu dem Ende werden 1—2 Gramme der Substanz mit der 5—8 fachen Gewichtsmenge Wasser geschüttelt und dann gekocht; wird sie hierbei nicht vollständig gelöst, so filtrirt man die Flüssigkeit ab und überzeugt sich durch Abdampfen in einem Platinschälchen, ob sich eine wesentliche Menge gelöst hat. In diesem Falle prüft man die Lösung zuerst auf ihr Verhalten gegen Lackmuspapier, dann setzt man zu einem kleinen Theil derselben einige Tropfen Chlorwasserstoffsäure bis zur stark sauren Reaction und erwärmt. Findet hierbei eine Gasentwicklung statt, so ist zu beachten:

- 1) Kohlensäure (C),
- 2) Schwefelichte Säure (S),
- 3) Schwefelwasserstoff (H),
- 4) Unterschweifelsäure (S); letztere wird nur beim Kochen zersetzt (s. S. 41).

Entsteht neben der Gasentwicklung ausserdem noch eine Trübung,

- 5) Unterschweifelichte Säure (S),
- 6) Lösliche Schwefelsalze ¹⁾.

Bei 1., 2., 3. und 5. hat man bei der weiteren Untersuchung nicht auf eigentliche Metalloxyde Rücksicht zu nehmen, bei 6.

¹⁾ Durch Säuren entwickelt sich aus denselben Schwefelwasserstoff, indess das elektro-negative Schwefelmetall gefällt wird.

nur auf elektro-negative Schwefelmetalle. In diesem Falle erwärmt man die Auflösung so lange mit verdünnter Salzsäure, bis sie nicht mehr nach Schwefelwasserstoff riecht, filtrirt den Niederschlag ab und untersucht denselben auf die hierher gehörenden Verbindungen ¹⁾, worauf die davon abfiltrirte Flüssigkeit auf die andern Basen untersucht wird.

Entsteht durch Salzsäure in der Auflösung ein weisser Niederschlag ohne Gasentwicklung, so kann derselbe durch

Silberoxyd (Ag),

Quecksilberoxydul (Hg),

und in concentrirten Auflösungen auch durch

Bleioxyd (Pb) und

Wismuthoxyd (Bi)

hervorgebracht worden sein. In diesem Falle wird die zur Untersuchung bestimmte Auflösung durch circa 10 Tropfen Salpetersäure angesäuert, sonst wendet man Salzsäure hierzu an ²⁾.

¹⁾ Es sind diejenigen Schwefelmetalle, welche in Schwefelwasserstoffschwefelammonium löslich sind.

²⁾ Die Auflösung des weinsteinsäuren Antimonoxyd-Kalis ($\text{K} + \text{Sb}$) $\text{T} + \text{H}$ wird ebenfalls durch Zusatz einer Säure getrübt, der Niederschlag löst sich aber in Chlorwasserstoffsäure.

B. Untersuchung der in Wasser löslichen Körper.

I. Metalloxyde.

Die zur Untersuchung bestimmte angesäuerte Auflösung wird mit Schwefelwasserstoff (H_2S) im Ueberschuss versetzt. Es wird dadurch gefällt:

I.	{	$\ddot{\text{A}}\text{s}$	Arseniksäure nach längerer Zeit,	}	gelb,
		$\ddot{\text{A}}\text{s}$	Arsenichte Säure,		
		$\ddot{\text{S}}\text{n}$	Zinnoxid,		
		$\dot{\text{C}}\text{d}$	Kadmiumoxyd,		
		$\ddot{\text{S}}\text{b}$	Antimonsäure,	}	orange,
		$\ddot{\text{S}}\text{b}$	Antimonoxyd,		
		$\ddot{\text{A}}\text{u}$	Goldoxyd,	}	braun,
		$\dot{\text{A}}\text{u}$	Goldoxydul,		
		$\ddot{\text{P}}\text{t}$	Platinoxyd,		
		$\ddot{\text{S}}\text{n}$	Zinnoxidul,		
		Hg	Quecksilberoxyd, zuerst weiss, dann gelb und zuletzt schwarz,	}	schwarz.
		Hg	Quecksilberoxydul,		
		Pb	Bleioxyd,		
		$\ddot{\text{B}}\text{i}$	Wismuthoxyd,		
		$\dot{\text{A}}\text{g}$	Silberoxyd,		
		$\dot{\text{C}}\text{u}$	Kupferoxyd, ¹⁾ .		

¹⁾ Eine milchichte Trübung rührt von ausgeschiedenem Schwefel her. S. Eisenoxyd.

Diesen mit I. bezeichneten Niederschlag filtrirt man ab und stellt die durchgelaufene Flüssigkeit mit II. bezeichnet zu weiteren Untersuchung bei Seite. Nachdem der Niederschlag vollständig ausgesüsst worden ist, wird er mit Schwefelwasserstoffschwefelammonium ($\text{N}^{\text{H}^4}\text{H}$), welches etwas freien Schwefel enthält ¹⁾, digerirt, es werden dadurch gelöst:

Ia.	{	$\overset{'''}{\text{As}}\overset{'''}{\text{As}}$	Schwefelarsenik,
		$\overset{'''}{\text{Sb}}\overset{'''}{\text{Sb}}$	Schwefelantimon,
		$\overset{''}{\text{Sn}}$	Schwefelzinn,
		$\overset{''}{\text{Au}}$	Schwefelgold,
		$\overset{''}{\text{Pt}}$	Schwefelplatin.

Die Lösung wird filtrirt, der auf dem Filtrum ungelöst bleibende mit 1^b bezeichnete Rückstand zur weiteren Untersuchung aufbewahrt und das durchgelaufene bis zur sauren Reaction mit Chlorwasserstoffsäure versetzt; hierdurch werden die gelösten Schwefelmetalle wieder gefällt. Der Niederschlag wird ausgewaschen und dann mit kohlensaurem Ammoniak geschüttelt, wodurch

Schwefelarsenik

gelöst wird; aus der filtrirten Lösung wird dasselbe durch Uebersättigen mit Chlorwasserstoffsäure wieder gefällt. Dieser Niederschlag kann nun mit Cyankalium gemengt in einer an einem Ende zugeschmolzenen Glasröhre geglüht werden, wobei sich in dem kältern Theil derselben ein Metallspiegel von

As Arsenik

absetzt, der, in rauchender Salpetersäure aufgelöst, mit salpetersaurem Silberoxyd einen rothbraunen Niederschlag giebt, oder mit chlorsaurem Kali und Chlorwasserstoffsäure gelöst, mit Magnesiamixtur auf Arseniksäure geprüft werden kann. (s. S. 5).

Die in kohlensaurem Ammoniak unlöslichen Schwefelmetalle

¹⁾ Zur Lösung des etwa vorhandenen Zinnsulphürs.

kann man vor dem Löthrohr untersuchen. Beim Erhitzen in der äusseren Flamme wird das Schwefelantimon oxydirt und dann durch die innere Flamme zu

Sb Antimon

reducirt, welches beim Glühen sich wieder in Oxyd umwandelt und sich als weisser, aufsteigender Rauch (Sb) verflüchtigt (s. S. 6), der die Kohle weiss beschlägt. Das nicht flüchtige Zinnoxid (Sn) wird nun mit Cyankalium in der innern Flamme zu metallischem

Sn Zinn

reducirt; das hierbei entstehende dehnbare Metallkorn zu einer grünen Kupferperle (s. S. 14) gesetzt und damit erhitzt, färbt dieselbe rothbraun. Es können auch die beiden Schwefelmetalle durch Kochen mit Salpetersäure oxydirt und die Oxyde mit Weinsteinsäure digerirt werden. Das hierdurch gelöste Antimonoxid wird durch Schwefelwasserstoff als orangefarbiger Niederschlag gefällt. Das ungelöste Zinnoxid wird nun mit Kali geschüttelt und durch die Flüssigkeit Schwefelwasserstoff geleitet; aus der filtrirten Lösung wird durch Chlorwasserstoffsäure das gelöste Zinnsulphid wieder gefällt; oder man reducirt das Zinnoxid zu Metall, löst dieses auf in Chlorwasserstoffsäure und setzt zu dieser Auflösung etwas Goldchlorid, welches darin einen violetten Niederschlag erzeugt; oder man löst Schwefelzinn und Schwefelantimon in Königswasser auf, versetzt die Lösung mit kohlensaurem Ammoniak, wodurch Zinnoxid gefällt wird; filtrirt, und findet in der Flüssigkeit, nachdem sie wieder angesäuert worden, das Antimon mit Schwefelwasserstoff.

Auf die überhaupt seltner vorkommenden Verbindungen des Goldes und des Platins untersucht man nur dann, wenn die Auflösung der Originalsubstanz gelb oder braun gefärbt ist. Es geschieht dieses am besten in der Auflösung der unveränderten Substanz, indem zuerst Salmiak zu derselben gesetzt wird, wodurch eine Verbindung von Platinchlorid mit Chlorammonium gefällt wird, die beim Glühen metallisches

Pt Platin

zurücklässt (s. S. 10.). Die vom Platinsalmiak abfiltrirte Flüssigkeit wird mit schwefelsaurem Eisenoxydul erwärmt, hierdurch fällt metallisches

Au Gold

als braunes Pulver (s. S. 9), welches vor dem Löthrohr noch näher zu untersuchen ist.

Der Niederschlag I^b. wird mit verdünnter Salpetersäure erwärmt,

das hierbei ungelöst bleibende Schwefelquecksilber abfiltrirt, in Königswasser¹⁾ gelöst und dann mit Zinnchlorür im Ueberschuss erwärmt, wobei sich ein grauer Niederschlag von metallischem

Hg Quecksilber

abscheiden muss (s. S. 12 und 14).

Die filtrirte Lösung der Schwefelmetalle in Salpetersäure wird mit einigen Tropfen verdünnter Schwefelsäure versetzt; entsteht hierdurch nach einigem Stehenlassen ein Niederschlag, so fügt man so lange tropfenweise Schwefelsäure hinzu, bis kein Niederschlag mehr entsteht. Das hierdurch gefällte

Pb schwefelsaure Bleioxyd (Pb S)

wird, nachdem es sich vollständig abgesetzt hat (s. S. 17), abfiltrirt und die Flüssigkeit so lange mit Chlorwasserstoffsäure versetzt, als dadurch noch ein Niederschlag entsteht. Hierdurch wird die Gegenwart des

Ag Silbers

bewiesen (s. S. 18). Das gefällte Chlorsilber (Ag Cl) wird abfiltrirt und die Flüssigkeit mit Ammoniak im Ueberschuss versetzt; eine entstehende blaue Färbung beweist

Cu Kupferoxyd (Cu),

(s. S. 20); ein ausserdem sich bildender Niederschlag

Bi Wismuthoxyd (Bi).

¹⁾ 2 Thl. HCl und 1 Thl. N.

Um sich hiervon näher zu überzeugen, löst man denselben in einigen Tropfen Chlorwasserstoffsäure auf, verjagt den Ueberschuss derselben und giesst den Rückstand in Wasser, wodurch eine milchichte Trübung von ausgeschiedenem basischen Wismuthsalz entstehen muss (s. S. 19).

Die durch Ammoniak vom Wismuth befreite Flüssigkeit wird mit Kali oder mit kohlensaurem Ammoniak erwärmt; ein entstehender Niederschlag verräth

Cd. **Kadmiumoxyd (Cd),**

dasselbe muss aber vor dem Löthrohr noch näher dadurch nachgewiesen werden, dass es mit Soda (Na $\ddot{C}$) gemengt, auf Kohle in der innern Flamme erhitzt, einen sich weit verbreitenden braunen Beschlag giebt (s. S. 21).

Ein kleiner Theil der mit II. bezeichneten Flüssigkeit wird, nachdem man sich vorher durch Abdampfen auf einem Platinblech von der Gegenwart fixer Bestandtheile in derselben überzeugt hat, mit Ammoniak übersättigt und dann mit Schwefelwasserstoffschwefelammonium versetzt; entsteht hierdurch ein Niederschlag, so wird die ganze Flüssigkeit so lange auf dieselbe Weise behandelt, als dadurch noch ein Niederschlag hervorgebracht wird. Es wird hierdurch gefällt:

II.	{	Fe	Eisenoxydul,	}	schwarz,
		Ni	Nickeloxyd,		
		Co	Cobaltoxyd,		
		Mn	Manganoxydul, fleischfarbig,	}	weiss.
		Cr $\ddot{H}^6$	Chromoxydhydrat, graugrün,		
		Ü	Uranoxyd, schwarzbraun,		
		Zn	Zinkoxyd,		
		Äl $\ddot{H}^3$	Thonerdehydrat,		

Dieser Niederschlag wird abfiltrirt und die durchgelaufene Flüssigkeit mit III. bezeichnet zur weiteren Untersuchung zur Seite gestellt. Der ausgewaschene Niederschlag wird nun mit verdünnter Chlorwasserstoffsäure gelinde erwärmt, Schwefelnickel und Schwefelcobalt bleiben hierbei als schwarzer Rückstand ungelöst, man

filtrirt ihn ab, stellt die durchgelaufene Flüssigkeit mit II^a. bezeichnet zur Seite und kocht denselben hierauf mit Salpetersäure. Die hierdurch entstandene Auflösung versetzt man mit Ammoniak im Ueberschuss, entsteht hierdurch ein Niederschlag ¹⁾, so filtrirt man denselben ab (war Nickeloxyd in einiger Menge vorhanden, so ist die Auflösung violettblau gefärbt) und erwärmt sie mit Kali, hierdurch wird

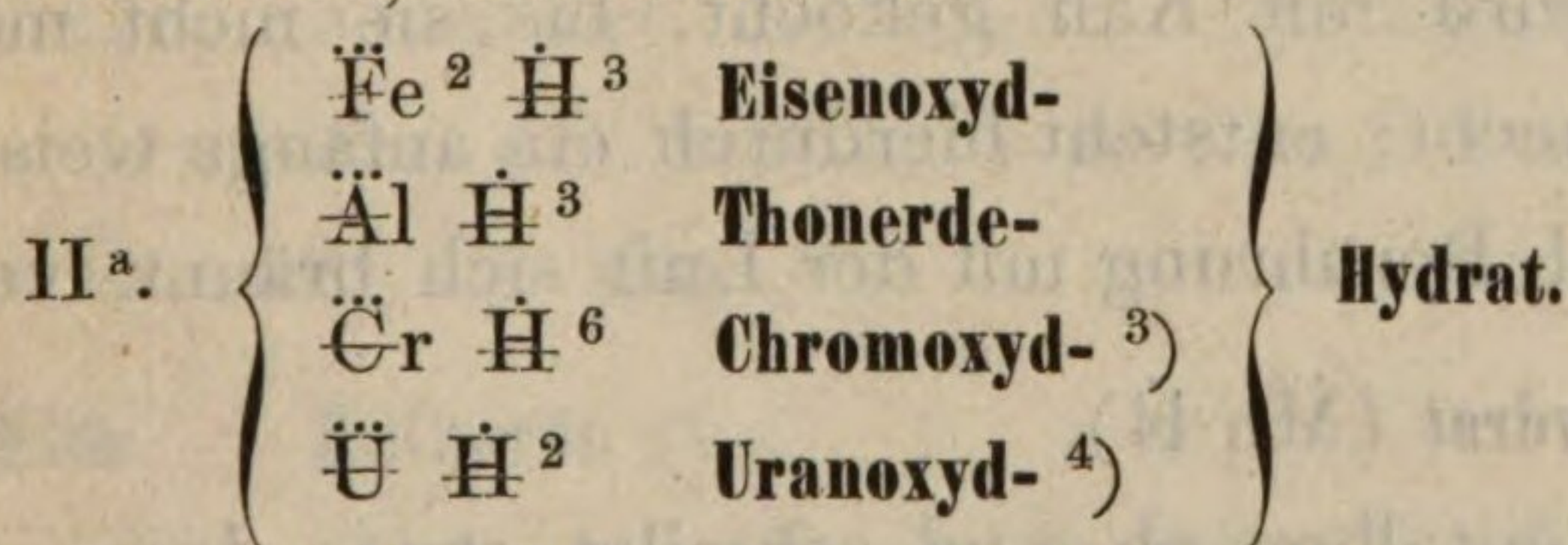
Ni **Nickeloxydhydrat** (Ni H)

als grüner Niederschlag gefällt (s. S. 23). ²⁾ Die hiervon abfiltrirte Flüssigkeit wird mit Schwefelwasserstoff erwärmt, das hierdurch gefällte

Co **Schwefelcobalt** (Co)

abfiltrirt, vor dem Löthrohr geröstet und zu einer Phosphorsalz- oder Boraxperle gesetzt, welche dadurch blau gefärbt wird (s. S. 24).

Die mit II^a. bezeichnete chlorwasserstoffsäure Lösung des Niederschlags II. wird mit Salpetersäure bis zur Zerstörung des Schwefelwasserstoffs und Oxydation des etwa vorhandenen Eisens gekocht; hat sich hierbei Schwefel abgeschieden, so filtrirt man denselben ab und versetzt die Auflösung mit Ammoniak etwas im Ueberschuss; hierdurch fällt:



Dieser Niederschlag wird, nachdem er abfiltrirt worden, mit Kalilösung kalt geschüttelt, es löst sich dadurch das Chromoxyd und die Thonerde; die verdünnte Lösung wird filtrirt und gekocht, hierdurch fällt das

¹⁾ Der von etwas Eisenoxyd herrühren kann.

²⁾ Bei Gegenwart des Nickeloxyds läuft die vom Niederschlag II. abfiltrirte Flüssigkeit meist gefärbt durch.

³⁾ Chromoxyd kann nur dann zugegen sein, wenn die Auflösung intensiv grün oder violett gefärbt ist. Bleibt Chromoxydhydrat längere Zeit in der Kälte mit Ammoniak in Berührung, so löst sich etwas darin auf und färbt die Lösung roth.

⁴⁾ Auf Uranoxyd hat man nur in seltenen Fällen Rücksicht zu nehmen.

Cr Chromoxydhydrat ¹⁾ ($\ddot{\text{C}}\text{r} \text{H}^6$)

wieder heraus (s. S. 30); die von demselben abfiltrirte Flüssigkeit wird mit Salmiak gekocht, wodurch

Al Thonerdehydrat ($\ddot{\text{A}}\text{l} \text{H}^3$)

als weisser gallertartiger Niederschlag abgeschieden wird (s. S. 32).

Der in Kali unlösliche Theil wird mit kohlensaurem Ammoniak geschüttelt,

Fe Eisenoxydhydrat ($\ddot{\text{F}}\text{e}^2 \text{H}^3$)

bleibt als braune voluminöse Masse zurück, die, in Chlorwasserstoffsäure gelöst, mit Kaliumeisencyanür näher nachgewiesen werden kann (s. S. 25).

Die vom Eisenoxyd abfiltrirte Flüssigkeit wird so lange mit Chlorwasserstoffsäure erwärmt, bis alle Kohlensäure ausgetrieben ist, und dann mit überschüssigem Ammoniak erwärmt, wodurch

U Uranoxydhydrat ²⁾ ($\ddot{\text{U}} \text{H}^2$)

als gelber Niederschlag fällt (s. S. 29).

Die von dem durch Ammoniak entstandenen Niederschlag II.^a abfiltrirte Flüssigkeit wird mit Kali gekocht, bis sie nicht mehr stark nach Ammoniak riecht; entsteht hierdurch ein anfangs weisser Niederschlag, der durch Berührung mit der Luft sich bräunt, von

Mn Manganoxydhydrat ($\ddot{\text{M}}\text{n} \text{H}$),

so filtrirt man denselben ab und schmilzt etwas davon auf Platinblech mit kohlensaurem Natron und Salpeter, wodurch eine intensive grüne Färbung entstehen muss (s. S. 27).

Die von dem Manganoxydhydrat abfiltrirte Flüssigkeit wird

¹⁾ Man kann auch den Niederschlag II.^a, wenn derselbe Chromoxyd enthält, mit Salpeter schmelzen, und die geschmolzene Masse nach dem Erkalten mit Wasser ausziehen; das gebildete chromsaure Kali ($\ddot{\text{K}} \ddot{\text{C}}\text{r}$) löst sich mit gelber Farbe und hinterlässt die andern Oxyde. Ist kein Chromoxyd zugegen, so kann der Niederschlag II._a zur Auflösung der Thonerde gleich mit Kali gekocht werden.

²⁾ Enthält noch Ammoniak.

mit Schwefelwasserstoff versetzt, ein hierdurch entstehender weisser Niederschlag (Zn) beweist die Gegenwart des

Zn **Zinks**

(s. S. 22).

Nachdem in einem kleinen Theile der Flüssigkeit III. feste Bestandtheile nachgewiesen sind, wird sie mit Chlorwasserstoffsäure angesäuert und bis zur vollständigen Verjagung des Schwefelwasserstoffs erwärmt, von dem ausgeschiedenen Schwefel abfiltrirt, mit Ammoniak neutralisirt und mit kohlensaurem Ammoniak so lange erwärmt, als noch ein Niederschlag erfolgt; es werden hierdurch weiss gefällt:

III.	{	Ca C	kohlensaure Kalkerde,
		Ba C	„ Baryterde,
		Sr C	„ Strontianerde.

Der abfiltrirte Niederschlag wird in verdünnter Chlorwasserstoffsäure gelöst und kann dann auf verschiedene Weise näher untersucht werden. Entweder: Zu einem kleinen Theile setzt man so lange verdünnte Schwefelsäure, als dadurch noch ein Niederschlag entsteht, filtrirt denselben ab und schüttelt ihn mit vielem Wasser, neutralisirt die filtrirte Flüssigkeit mit Ammoniak und setzt Oxalsäure (C) hinzu, ein hierdurch entstehender Niederschlag (Ca C s. S. 35) zeigt die

Ca **Kalkerde (Ca)**

an. Hat sich der durch Schwefelsäure entstandene Niederschlag nicht vollständig gelöst, so wird ein anderer Theil der Auflösung mit Gypswasser (Ca S) versetzt, entsteht hierdurch erst nach längerer Zeit ein Niederschlag, so kann nur noch Strontianerde, entsteht er aber gleich, auch noch Baryterde zugegen sein. Es wird nun ein anderer Theil mit Kieselfluorwasserstoffsäure ($3\text{HF} + 2\text{SiF}_3$), geschüttelt und erwärmt, ein hierdurch entstehender krystallinischer Niederschlag ($3\text{BaF} + 2\text{SiF}_3$ s. S. 33), der sich erst nach längerer Zeit vollständig absetzt, beweist die Gegenwart der

Ba Baryterde (Ba).

Ein anderer Theil wird wieder bis fast zur Trockniss abgedampft und Alkohol darüber angezündet oder ein damit befeuchteter Platindraht in die Löthrohrflamme gebracht, eine carminrothe Färbung (s. S. 34) beweist

Sr Strontianerde (Sr).

Oder nach einer andern Untersuchungsweise: Die in Chlorwasserstoffsäure aufgelösten Erden werden bis zur Trockne abgedampft. Der trockene Rückstand mit absolutem Alkohol behandelt, es bleibt hierbei nur

Chlorbaryum (Ba Cl)

ungelöst ¹⁾. Nachdem von der Lösung der Alkohol verjagt worden, kocht man dieselbe so lange mit Salpetersäure, bis die Salze in salpetersaure umgewandelt sind. Die Lösung derselben wird bis zur Trockniss abgedampft und wieder mit absolutem Alkohol behandelt, es bleibt nun die

salpetersaure Strontianerde (Sr $\ddot{\text{N}}$)

ungelöst. In der Lösung kann der Kalk durch Oxalsäure nachgewiesen werden.

Die von den kohlsauren Erden III. abfiltrirte Flüssigkeit wird noch einmal geprüft, ob dieselben vollständig daraus gefällt sind. ²⁾ Ist dieses geschehen, so wird, wenn noch fixe Bestandtheile zugegen sind, ein kleiner Theil derselben mit einer Auflösung von phosphorsaurem Natron ($\text{Na}^2 \text{H} \ddot{\text{P}} + 24 \text{H}$) erwärmt, entsteht hierdurch nach einiger Zeit ein krystallinischer Niederschlag ($\text{Mg}^2 \text{N} \text{H}^4 \ddot{\text{P}} + 12 \text{H}$ s. S. 36), so wird dadurch die

Mg Magnesia (Mg)

dargethan. War keine Magnesia vorhanden, so wird derjenige Theil der Auflösung, zu welchem kein phosphorsaures Natron gesetzt worden ist, bis zur Trockniss abgedampft

¹⁾ Zur nähern Bestätigung kann dasselbe in Wasser gelöst und eine Auflösung von chromsaurer Strontianerde zugefügt werden, wodurch sofort ein gelber Niederschlag entstehen muss.

²⁾ Dieses geschieht durch Zusatz von einigen Tropfen Schwefelsäure und etwas Oxalsäure.

und zur vollständigen Verjagung der Ammoniaksalze geglüht. Der hierbei bleibende Rückstand, welcher nur fixe Alkalien enthalten kann, wird in wenigem Wasser gelöst und zu einem Theil der Lösung Platinchlorid (Pt Cl^2) gesetzt; ein entstehender gelber Niederschlag ($\text{K Cl} + \text{Pt Cl}^2$ s. S. 37) beweist

K **Kali** ¹⁾ (K).

Ein anderer Theil wird abgedampft und mittelst eines höchst reinen Platindrahtes in die Flamme des Löthrohrs gebracht; eine gelbe Färbung (s. S. 37) derselben zeigt

Na **Natron** (Na)

an. War Magnesia vorhanden, so wird die Auflösung, welche kein phosphorsaures Natron enthält, bis zur Trockniss abgedampft und geglüht; sind die zurückbleibenden Salze nicht an Schwefelsäure gebunden, so übergiesst man sie mit Schwefelsäure, verjagt den Ueberschuss derselben, löst die schwefelsauren Salze auf und setzt so lange eine Auflösung von essigsaurem Baryt (Ba A) hinzu, als dadurch noch ein Niederschlag entsteht; filtrirt, dampft die Flüssigkeit ein und glüht bis zur vollständigen Zersetzung der essigsauren Salze. Der aus kohlensauren Salzen bestehende Rückstand wird mit Wasser ausgekocht, die Alkalien lösen sich auf und werden, nachdem sie mit Chlorwasserstoffsäure neutralisirt worden sind, auf die oben angegebene Weise untersucht. Der aus kohlensauren Erden bestehende Rückstand kann nun noch in Chlorwasserstoffsäure aufgelöst, der Baryt durch Schwefelsäure gefällt, und in der vom schwefelsauren Baryt abfiltrirten Flüssigkeit die Magnesia nachgewiesen werden.

Ein Theil der unveränderten Substanz wird mit Kali übergossen und etwas erwärmt; durch den charakteristischen

¹⁾ Statt des Platinchlorids kann man auch Weinsteinsäure zur Auflösung setzen, wodurch nach einiger Zeit ein krystallinischer Niederschlag von zweifach weinsaurem Kali entstehen muss ($\text{K H} + 8\text{C } 8\text{H } 10\text{O}$).

Geruch, so wie durch entstehende weisse Nebel bei Annäherung eines mit Chlorwasserstoffsäure ¹⁾ befeuchteten Glasstabes wird

Ammoniak (NH^3)
erkannt (s. S. 38).

Nachdem auf die angegebene Weise die Metalle aufgefunden sind, ist noch die Verbindungsstufe derselben mit Sauerstoff oder den ihm entsprechenden Körpern festzustellen. In einer in Wasser löslichen Verbindung sind besonders die verschiedenen Oxydationsstufen von

Arsenik,

Antimon,

Zinn,

Quecksilber,

Eisen

Chrom

zu berücksichtigen. Dieselben werden durch die bei diesen Metallen speciell angegebene Verschiedenheit des Verhaltens gegen einzelne Reagentien unterschieden.

¹⁾ Hierbei muss beachtet werden, dass auch ohne Ammoniak die Chlorwasserstoffsäure Dämpfe ausstösst, die aber nicht weiss gefärbt sind.

II. Säuren, oder die dieselben vertretende Körper.

Der Untersuchung auf Basen folgt die auf Säuren, oder derjenigen Körper, welche in den Salzen die Stelle derselben einnehmen. Es versteht sich von selbst, dass man hier nur auf diejenigen Rücksicht zu nehmen hat, welche mit den gefundenen Basen lösliche Verbindungen erzeugen, da in einer wässerigen Lösung die Gegenwart einer Basis die aller derjenigen Säuren ausschliesst, welche mit derselben eine unlösliche Verbindung eingehen. Man wendet zu dieser Untersuchung am zweckmässigsten die wässerige Auflösung der Originalsubstanz an, wobei die Resultate, welche die obigen Proben (s. S. 65), so wie die Ansäuerung der Auflösung (s. S. 68) gegeben haben, besonders berücksichtigt werden müssen.

I.

Zu einem Theil der Auflösung setzt man einige Tropfen einer Lösung von Chlorbaryum (Ba Cl), oder, wenn bei der vorhergegangenen Untersuchung auf Basen Silberoxyd (Ag), Bleioxyd (Pb) oder Quecksilberoxydul (Hg) gefunden worden sind, eine Lösung von salpetersaurem Baryt (Ba N); entsteht dadurch ein Niederschlag, so fügt man von dem Reagens einen kleinen Ueberschuss hinzu und dann verdünnte Chlorwasserstoffsäure, oder bei Anwendung des salpetersauren Baryts Salpetersäure; ist der entstandene Niederschlag in diesen Säuren unlöslich, so beweist derselbe die Gegenwart der

Schwefelsäure ($\ddot{\text{S}}$) ¹⁾;

ist derselbe in verdünnten Säuren ganz oder theilweise löslich, so können noch zugegen sein:

Phosphorsäure,

Arseniksäure,

Arsenichte Säure,

Borsäure,

Kohlensäure,

Schwefelichte Säure,

Chromsäure,

Weinsteinsäure,

Oxalsäure,

Bernsteinsäure. ²⁾

Man setzt nun zu einem andern Theil Ammoniak und die (S. 5) angegebene Magnesiasalzlösung und erwärmt; entsteht hierdurch ein krystallinischer Niederschlag, so können

Phosphorsäure ($\ddot{\text{P}}$) und

Arseniksäure ($\ddot{\text{As}}$)

zugegen sein.

Es wird nun ein Theil der trockenen Substanz durch Erhitzen mit Cyankalium auf Arsenik untersucht. Wird dieses hier gefunden, ohne dass man bei der vorhergehenden Prüfung auf Basen einen Niederschlag von Schwefelarsenik erhalten hat, so kann man von der Gegenwart der

Arseniksäure ($\ddot{\text{As}}$)

sicher sein, welches aber noch auf die früher angegebene Weise näher zu bestätigen ist (s. S. 5).

Soll die Auflösung, in welcher man Arseniksäure gefunden hat, noch auf Phosphorsäure untersucht werden, so muss erstere, wie schon (S. 6) angegeben ist, nach der Reduction durch schwefelichte Säure, vorher durch Schwefelwasserstoff gefällt werden.

¹⁾ und der Kieselfluorwasserstoffsäure ($3\text{H F} + 2\text{Si F}^3$). Letztere kommt nur in seltenen Fällen vor (s. S. 60).

²⁾ Die drei letztern geben nur in concentrirten Auflösungen mit Barytsalzen Niederschläge.

Arsenichte Säure ($\ddot{\text{As}}$).

Wird schon durch ihr Verhalten gegen Schwefelwasserstoff und die früher erwähnten Reagentien erkannt (s. S. 5).

Ist durch Magnesialösung bei Abwesenheit der Arseniksäure ein Niederschlag entstanden, so kann derselbe nur durch

Phosphorsäure ($\text{c}\ddot{\text{P}}$)

hervorgebracht worden sein, die noch nach S. 44 besonders durch salpetersaures Silberoxyd näher nachgewiesen werden kann. Auf die andern Modifikationen wird auf die unter Phosphorsäure angegebene Weise untersucht.

Borsäure ($\ddot{\text{B}}$)

wird durch die grüne Färbung der Alkoholflamme, und durch das Verhalten gegen Curcuma-Papier nachgewiesen (s. S. 56).

Kohlensäure ($\ddot{\text{C}}$).

Wird schon beim Ansäuern der Auflösung an dem Aufbrausen erkannt (s. S. 62).

Schwefelichte Säure ($\ddot{\text{S}}$).

Wird ebenfalls durch stärkere Säuren unter Aufbrausen ausgetrieben und ist dann an ihrem charakteristischen Geruch, so wie durch das Verhalten gegen Silberlösung zu erkennen (s. S. 40).

War die Auflösung entweder gelb oder roth und ist der Barytniederschlag gelb gefärbt, so ist

Chromsäure ($\ddot{\text{Cr}}$)

zu vermuthen (s. S. 31). Bei der Analyse chromsaurer Salze ist das (S. 68) Angegebene zu berücksichtigen.

Durch die Vorprobe wird schon am charakteristischen Geruch die

Weinsteinsäure $\bar{\text{T}}$ ($8\text{C } 4\text{H } 10\text{O} + 2\text{H}$)

erkannt (s. S. 67). Will man eine Weinsteinsäure haltende Substanz auf Thonerde oder Chromoxyd untersuchen, so ist das (S. 62) Bemerkte zu berücksichtigen.

Oxalsäure ($\ddot{\text{O}}$)

wird durch ihr Verhalten gegen Gypswasser erkannt, mit

welchem sie einen in Essigsäure unlöslichen Niederschlag giebt (s. S. 61).

Bernsteinsäure $\bar{\text{Su}}$ ($4\text{C } 2\text{H } 3\text{O}$).

Zeichnet sich dadurch aus, dass die beim Erhitzen erstickende Dämpfe ausstösst und ohne russende Flamme verbrennt. (s. S. 63).

II.

Zu einem Theil der Auflösung setzt man salpetersaure Silberlösung so lange, als dadurch noch ein Niederschlag entsteht; diesen behandelt man mit verdünnter Salpetersäure, bleibt er ungelöst, so können zugegen sein:

Cyanwasserstoffsäure ($\text{H } \text{Cy}$),

Eisencyanwasserstoffsäure ($2\text{H } \text{Cy} + \text{Fe } \text{Cy}$),

Bromwasserstoffsäure ($\text{H } \text{Br}$),

Jodwasserstoffsäure ($\text{H } \text{I}$).

Chlorwasserstoffsäure ($\text{H } \text{Cl}$). ¹⁾

Die beiden erstern sind schon bei der Vorprobe angezeigt worden, und können durch ihr Verhalten gegen Eisenoxyduloxyd näher nachgewiesen werden; zu ihrer Unterscheidung dient Folgendes:

Ist der durch Silberoxyd hervorgebrachte Niederschlag ($\text{Ag } \text{Cy}$) in Ammoniak löslich und hinterlässt derselbe beim Glühen metallisches Silber, dem kein anderes Metalloxyd (Eisenoxyd) beigemengt ist, so ist

Cyanwasserstoffsäure ($\text{H } \text{Cy}$)

zugegen. Bei der Untersuchung auf dieselbe muss das S. 54 angegebene berücksichtigt werden.

Ist dem durch Glühen des Silberniederschlags entstandenen metallischen Silber noch ein Metalloxyd beigemengt, und hinterlässt die ursprünglich in Wasser lösliche Originalsubstanz nach dem Glühen unter Luftzutritt beim Behandeln mit Wasser ein

¹⁾ Oder deren entsprechende Verbindungen.

unlösliches Metalloxyd (in den meisten Fällen Eisenoxyd), so kann man auf

Eisencyanwasserstoffsäure ($2\text{H Cy} + \text{Fe Cy}$),

oder die derselben entsprechenden, am häufigsten vorkommenden Kaliumverbindung ($2\text{K Cy} + \text{Fe Cy}$) schliessen. Diese ist durch ihr Verhalten gegen Eisenoxydsalze (s. S. 55) zu erkennen. Die Eisencyanidcyanwasserstoffsäure und die derselben entsprechende Kalium - Verbindung ($3\text{K Cy} + \text{Fe Cy}^3$) wird durch ihr Verhalten gegen Eisenoxydullösungen nachgewiesen (s. S. 55).

Um zu sehen, ob

Bromwasserstoffsäure (H Br)

zugegen ist, schüttelt man einen Theil der Substanz mit Chlorwasser und Aether. (s. S. 50).

Ist der Silberniederschlag gelblich gefärbt und in Ammoniak fast unlöslich, so kann man

Jodwasserstoffsäure (HI)

vermuthen. Die Verbindungen derselben werden durch die Entwicklung von Joddämpfen beim Erhitzen mit Schwefelsäure oder mit zweifach schwefelsaurem Kali, ausserdem durch ihr Verhalten gegen Palladiumoxydul und, nachdem das Jod daraus frei gemacht worden, gegen Stärke erkannt (s. S. 51).

Ist der Silberniederschlag flockig und leicht in Ammoniak löslich, so zeigt er bei Abwesenheit der Cyanwasserstoffsäure

Chlorwasserstoffsäure (H Cl)

an. Ist jene Säure aber auch noch zugegen, so ist es zweckmässig, nach S. 54 das Cyan zu zerstören, den Rückstand mit Wasser auszuziehen, mit Salpetersäure zu übersättigen und nun mit Silberlösung auf Chlorwasserstoffsäure zu prüfen. Bei Gegenwart eines Brommetalls ist die Auffindung der Chlorwasserstoffsäure schwieriger, sie ist alsdann nur durch die S. 49 näher angegebene Entwicklung von chromsaurem Chromsuperchlorid sicher nachzuweisen.

III.

Durch die Vorprobe werden schon

Salpetersäure ($\ddot{\text{N}}$),

Salpetrichte Säure ($\ddot{\text{N}}$),

Essigsäure $\bar{\text{A}}$ ($4\text{C } 3\text{H } 3\text{O}$)

angedeutet. Durch Schwefelsaures Eisenoxydul und Schwefelsäure wird die

Salpetersäure ($\ddot{\text{N}}$)

nachgewiesen (s. S. 47). Ist ausserdem noch eine Cyan-Verbindung zugegen, so entfernt man diese, am besten durch Fällen mit schwefelsaurer Kupferoxydlösung, eben so ist es zweckmässig, die etwa vorhandene Chromsäure vorher durch essigsaures Bleioxyd abzuscheiden, und die filtrirte Flüssigkeit auf Salpetersäure zu untersuchen.

Salpetrichte Säure ($\ddot{\text{N}}$),

wird durch ihr Verhalten gegen stärkere Säuren, gegen Schwefelwasserstoff, übermangansaures Kali und Bleisuper-
oxyd erkannt (s. S. 47).

Essigsäure $\bar{\text{A}}$ ($4\text{C } 3\text{H } 3\text{O}$).

Wird bei der Vorprobe durch die Entwicklung von

Aceton ($3\text{C } 3\text{H } 1\text{O}$)

beim Erhitzen in einer Glasröhre angedeutet, wenn keine salpetersauren Salze zugleich vorhanden sind, denn in diesem Falle entsteht eine Verpuffung, ausserdem zeichnet sie sich im freien Zustande durch ihren Geruch aus (s. S. 63).

IV.

Seite 68 ist schon erwähnt worden, dass eine beim Ansäuern entstehende Gasentwicklung durch:

Kohlensäure ($\ddot{\text{C}}$),

schwefelichte Säure ($\ddot{\text{S}}$),

Schwefelwasserstoff (H),

Unterschwefelsäure ($\ddot{\text{S}}$),

unterschwefelichte Säure ($\ddot{\text{S}}$)

hervorgebracht werden kann. Die beiden ersten Säuren sind schon anderweitig aufgefunden worden.

Schwefelwasserstoff ($\text{H}^\cdot$).

Zeichnet sich durch seinen Geruch aus; ausserdem noch durch das (S. 39) angegebene Verhalten gegen mit Bleilösung getränktes Papier.

Unterschwefelsäure ($\text{S}^{\ddot{\cdot}}$),

wird nach S. 41 erkannt.

Hat sich beim Ansäuern der Originallösung schwefelichte Säure unter gleichzeitiger Abscheidung von Schwefel entwickelt, so ist

unterschwefelichte Säure ($\text{S}^\cdot$)

zu vermuthen, die sich besonders durch ihr Verhalten gegen Silberlösung auszeichnet (s. S. 40).

V.

Ein Theil der trocknen Substanz wird mit concentrirter Chlorwasserstoffsäure übergossen, findet hierbei eine starke Chlorentwicklung statt, so können:

Chlorsäure ($\text{Cl}^\cdot$),

chlorichte Säure ($\text{Cl}^{\ddot{\cdot}}$),

unterchlorichte Säure ($\text{Cl}^\cdot$),

Jodsäure ($\text{I}^{\ddot{\cdot}}$)

vorhanden sein; erstere kommt meistens an Kali gebunden vor.

Chlorsaures Kali ($\text{K}^\cdot \text{Cl}^\cdot$).

Dieses Salz wird nach Seite 49 erkannt.

Chlorichte Säure ($\text{Cl}^{\ddot{\cdot}}$)

kommt selten vor, sie wird nach S. 49 erkannt.

Unterchlorichte Säure ($\text{Cl}^\cdot$).

Bildet in Verbindung mit Kalk oder Alkalien bekannte Bleichpräparate. Dieselben bleichen Pflanzenpigmente, wenn die Luft Zutritt hat (s. S. 49).

Jodsäure ($\text{I}^{\ddot{\cdot}}$)

wird nach S. 52 nachgewiesen.

VI.

Ein Theil der Substanz wird in einem Platintiegel mit concentrirter Schwefelsäure übergossen, eine mit Wachs überzogene Glasplatte, auf welcher Zeichen gezogen sind, darüber gelegt und gelinde erwärmt. Wird die Glasplatte an den bloßgelegten Stellen geätzt, so können zugegen sein:

Fluorwasserstoffsäure (HF) (s. S. 53),

Kieselfluorwasserstoffsäure ($3\text{H F} + 2\text{Si F}^3$) (s. S. 60),

Borfluorwasserstoffsäure ($\text{B F} + \text{Si F}^3$) (s. S. 57),

welche auf die an den bezeichneten Stellen angegebene Weise näher nachzuweisen sind.

VII.

Ausser den hier angeführten hat man noch auf folgende Säuren zu prüfen:

unterphosphorichte Säure (P) (s. S. 42),

phosphorichte Säure (P) (s. S. 43),

Ueberchlorsäure (Cl) (s. S. 50),

Bromsäure (Br) (s. S. 50),

Ueberjodsäure (I) (s. S. 52),

Traubensäure $\bar{\text{U}}$ ($4\text{C } 4\text{H } 5\text{O}$) (s. S. 62),

Citronensäure $\bar{\text{Ci}}$ ($12\text{C } 12\text{H } 12\text{O}$) (s. S. 62),

Aepfelsäure $\bar{\text{Ma}}$ ($8\text{C } 8\text{H } 8\text{O}$) (s. S. 63),

Milchsäure $\bar{\text{L}}$ ($6\text{C } 12\text{H } 6\text{O}$) (s. S. 64),

Benzoësäure $\bar{\text{Be}}$ ($14\text{C } 12\text{H } 4\text{O}$) (s. S. 63),

C. Untersuchung der in Wasser unlöslichen Substanzen, die in Säuren löslich sind.

Hat die S. 68 angegebene Probe die Unlöslichkeit einer Substanz in Wasser ergeben, oder geht dieses aus dem äusseren Ansehen hervor, wie bei den Legirungen, mehreren in der Natur vorkommenden Verbindungen, so wie vielen Hüttenprodukten, so untersucht man dieselbe nach folgenden Verfahrungsweisen:

I. Legirungen.

- a) Man kocht dieselben mit Salpetersäure; bleibt hierbei ein Theil ungelöst, so filtrirt man denselben ab und löst diesen in Königswasser; die erhaltenen Lösungen werden dann auf die S. 70 unter B. I. angegebene Weise untersucht.
- b) Oder man behandelt die Legirung in einem Glaskölbchen so lange mit Salpetersäure, als noch eine Einwirkung stattfindet, bleibt hierbei ein weisser Rückstand, so ist derselbe vor dem Löthrohr auf

Sn Zinnoxid (Sn),

Sb Antimonoxid (Sb)

zu untersuchen; enthält derselbe aber auch noch Metalle im regulinischen Zustande, ausserdem auf

Au Gold,

Pt Platin.

Die Lösung in Salpetersäure wird mit Schwefelsäure versetzt, wodurch

Pb Bleioxyd (Pb O)

gefällt wird; nach vollständiger Abscheidung desselben fällt man aus der abfiltrirten Flüssigkeit durch Chlorwasserstoffsäure das

Ag Silber (Ag Cl).

Durch die hiervon abfiltrirte Flüssigkeit leitet man Schwefelwasserstoff und untersucht den entstandenen Niederschlag auf

Hg Quecksilber,**Bi** Wismuth,**Cu** Kupfer,**Cd** Kadmium.

Die von dem durch Schwefelwasserstoff entstandenen Niederschlag abfiltrirte Flüssigkeit wird mit Ammoniak neutralisirt, Schwefelwasserstoffschwefelammonium im Ueberschuss zugesetzt und dann der entstehende Niederschlag nach II. S. 74 untersucht. Auf

As Arsenik

prüft man die Legirung vor dem Löthrohr.

II. Schwefelmetalle.

Der Schwefel in denselben wird schon durch Probe II. S. 67 dargethan.

- a) Ist kein Arsenik zugleich mit vorhanden, so kocht man sie im gepulverten Zustande mit Salpetersäure oder, wenn sie dadurch nicht gelöst werden können, mit Königswasser oder einem Gemenge von chlorsaurem Kali und Chlorwasserstoffsäure, verjagt den etwa vorhandenen Säureüberschuss und verfäht mit der filtrirten verdünnten Auflösung nach I. S. 70.
- b) Ist neben dem Schwefel auch noch Arsenik zugegen, so wird die feingepulverte Substanz mit dem 4- bis 5fachen Gewicht eines Gemenges von gleichen Theilen salpetersauren Kalis und trocknen kohlensauren Natrons genau gemischt und in einem Porzellantiegel bis zum Schmelzen erhitzt; ist die

Einwirkung vorüber, so lässt man die Masse erkalten, weicht sie mit Wasser auf und kocht sie aus, das Gelöste wird abfiltrirt. Einen Theil der Auflösung kann man nun, nachdem derselbe mit Chlorwasserstoffsäure angesäuert worden, mit Chlorbaryum auf

S Schwefelsäure ($\ddot{\text{S}}$);

einen andern, nachdem die vorher überschüssig zugesetzte Chlorwasserstoffsäure mit Ammoniak abgestumpft worden, mit Magnesialösung auf

As Arseniksäure ($\ddot{\text{As}}$)

untersuchen.

Der nach dem Auslaugen mit Wasser ungelöst bleibende Rückstand, welcher die Oxyde derjenigen Metalle enthält, welche an Schwefel und Arsenik gebunden waren, wird in Chlorwasserstoffsäure oder Salpetersäure gelöst und dann nach Seite 70 B. I. untersucht.

III.

Gehört die Substanz nicht zu denen unter I. und II. erwähnten, so können vorhanden sein:

Erden,

Metalloxyde,

kohlensaure

schwefelichtsaure

phosphorsaure

arseniksaure

chromsaure

borsaure

oxalsaure

weinsteinsaure ¹⁾

} Erden und Metalloxyde,

¹⁾ Ebenfalls die seltener vorkommenden Verbindungen anderer organischer Säuren mit Erden und Metalloxyden.

basische Metalloxydsalze,
Amide der Metalle ¹⁾,
unlösliche Cyanverbindungen.

a. Untersuchung auf Basen.

Zuerst stellt man durch einzelne Versuche fest, ob die Substanz am leichtesten in Salpetersäure oder in Salzsäure löslich ist. Erstere ist bei Gegenwart des Silberoxyds, Bleioxyds und des Quecksilberoxyduls, von der man sich durch besondere Proben überzeugt, vorzuziehen, letztere kann in allen übrigen Fällen verwandt werden. Sind aber zu gleicher Zeit Metalloxyde zugegen, wovon ein Theil nur in Salpetersäure, der andere Theil nur in Chlorwasserstoffsäure löslich ist, so erwärmt man zuerst mit Salpetersäure, trennt das Gelöste nach dem Verdünnen mit Wasser durch Filtriren und Aussüssen von dem Ungelösten und behandelt letzteres nun für sich mit Chlorwasserstoffsäure.

Superoxyde

lösen sich in Chlorwasserstoffsäure unter Chlorentwicklung auf. Um Bleisuperoxyd zu lösen, kann Salpetersäure unter Zusatz von Zucker oder auch salpetrichte Säure haltende Salpetersäure angewandt werden; im ersten Falle muss das Kochen längere Zeit fortgesetzt werden, um die gebildete Oxalsäure auch wieder zu zerstören. Bei der Zersetzung des Bleisuperoxyds mit Chlorwasserstoffsäure bildet sich schwerlösliches Chlorblei, welches sich nur in vielem Wasser beim Erwärmen auflöst. Ist ein unlösliches chromsaures Salz zugegen, so reducirt man die Chromsäure durch Kochen mit Chlorwasserstoffsäure und Alkohol, wobei auch auf die Bildung von schwerlöslichen Chloriden, z. B. Chlorblei Rücksicht zu nehmen ist. Die auf die eine oder andere Weise erhaltene Auflösung wird mit Wasser verdünnt, der etwa bleibende Rückstand abfiltrirt, vollständig ausgesüsst und zur weitem Untersuchung aufbewahrt. Durch die erhaltene Auflösung leitet man Schwefelwasserstoff; es werden hierdurch die

¹⁾ z. B. Quecksilberchloridamid, Hg Cl Hg NH^2 .

S. 70 mit I. bezeichneten Schwefelmetalle gefällt und auf die dort angegebene Weise behandelt. Die von dem entstandenen Niederschlag abfiltrirte Flüssigkeit wird wie die mit II. bezeichnete nach S. 74 behandelt. Es können hierbei ausser den dort bezeichneten Oxyden auch noch

Kalk,
Baryt,
Strontian,
Magnesia

gefällt werden, wenn sie an

Phosphorsäure,
Arseniksäure,
Borsäure,
Oxalsäure,
Weinsteinsäure ¹⁾

gebunden waren.

Man digerirt diesen Niederschlag mit verdünnter Chlorwasserstoffsäure; bleibt hierbei ein schwarzer Rückstand, so filtrirt man ihn ab, löst ihn in Salpetersäure und untersucht auf

Ni Nickel,

Co Cobalt.

Die Auflösung in Chlorwasserstoffsäure wird durch Kochen mit Salpetersäure oxydirt und zu einem kleinen Theil derselben einige Tropfen Schwefelsäure und dann ein gleiches Volumen Alkohol gefügt; entsteht hierbei ein Niederschlag, so können

Ca Kalk,

Ba Baryt,

Sr Strontian

zugegen sein; um diese nun zu entfernen, versetzt man die ganze Auflösung mit Schwefelsäure und Alkohol so lange,

¹⁾ Arseniksaure Erden können nur dann gefällt werden, wenn man übersehen hat, die Arseniksäure vorher zu reduciren. Von den oxalsauren Erden ist besonders das Kalksalz zu berücksichtigen; weinsteinsaure und borsäure Erden, so wie einige andere Verbindungen organischer Säuren dieser Art werden nicht vollständig gefällt.

als dadurch noch ein Niederschlag entsteht. Diesen filtrirt man ab; ist derselbe nicht durch Schwefelsäure allein, sondern erst auf Zusatz von Alkohol entstanden, so hat man nur auf Kalk Rücksicht zu nehmen. In diesem Falle schüttelt man zur nähern Bestätigung desselben den entstandenen Niederschlag mit vielem Wasser, neutralisirt die filtrirte Lösung mit Ammoniak und setzt Oxalsäure hinzu. Ist aber durch Schwefelsäure sofort ein Niederschlag entstanden, so können auch noch die beiden andern Erden vorhanden sein; man zersetzt denselben nun entweder durch Schmelzen mit kohlensaurem Kali-Natron, oder auch durch Kochen mit einer Auflösung von kohlensaurem Natron, löst die hierdurch entstandenen kohlensauren Verbindungen der Erden, nachdem sie gehörig ausgewaschen worden sind, in Chlorwasserstoffsäure auf und untersucht dieselben auf die S. 77 angegebene Weise.

Die von den schwefelsauren Erden abfiltrirte Flüssigkeit wird bis zur vollständigen Verjagung des Alkohols erhitzt und dann mit Ammoniak im Ueberschuss versetzt. Entsteht hierbei ein Niederschlag, so kann derselbe ausser

Eisenoxyd,

Chromoxyd,

Thonerde,

Uranoxyd,

noch

Magnesia

enthalten, wenn dieselbe an Phosphorsäure oder Arseniksäure gebunden war. Die von dem Niederschlag abfiltrirte Flüssigkeit wird auf die S. 76 angegebene Weise auf

Mn Mangan,

Zn Zink

untersucht.¹⁾ Den Niederschlag selbst kocht man mit Kali, verdünnt mit Wasser und filtrirt. Die Flüssigkeit ist auf

¹⁾ In einigen Fällen kann diese Flüssigkeit zum Aufsuchen der Säure dienen, weshalb sie jedenfalls aufzubewahren ist.

Al Thonerde (Äl)

zu untersuchen, der in Kali unlösliche Rückstand wird in Chlorwasserstoffsäure gelöst und mit Ammoniak im Ueberschuss versetzt; es fällt

Fe Eisenoxyd (Fe),

Cr Chromoxyd (Cr),

U Uranoxyd¹⁾ (Ü);

in der Lösung bleibt der grösste Theil der Magnesia, welcher durch Kochen mit Kali die Phosphorsäure entzogen worden. Man setzt zu der Lösung nun phosphorsaures Natron, um die

Mg Magnesia (Mg)

bestimmt nachzuweisen.

Die von dem durch Schwefelwasserstoffschwefelammonium in der ammoniakalischen Lösung hervorgebrachten Niederschlag II. abfiltrirte Flüssigkeit wird nach S. 77 untersucht.

Amide

mit Kali übergossen geben eine Reaction auf Ammoniak.

b. Untersuchung auf Säuren.

Einen Theil der Substanz übergiesst man mit verdünnter Chlorwasserstoffsäure; eine Gasentwicklung verräth

Kohlensäure (C),

und

schwefelichte Säure (S),

welche beide auf die früher angegebene Weise erkannt werden.

In einem Theil der chlorwasserstoffsäuren oder salpetersäuren Auflösung reagirt man mit Chlorbaryum oder salpetersaurer Baryterde auf

Schwefelsäure (S).

Einen andern Theil der salpetersäuren Auflösung prüft man mit salpetersaurem Silberoxyd auf

¹⁾ S. S. 75, Noten 3 und 4.

Chlorwasserstoffsäure (HCl).

Man übergiesst eine Probe der unveränderten Substanz mit concentrirter Schwefelsäure und setzt schwefelsaures Eisenoxydul hinzu, wodurch die

Salpetersäure ($\ddot{\text{N}}$)

erkannt wird.

Nach dem Erwärmen mit Chlorwasserstoffsäure wird durch Curcumapapier oder durch die Flamme

Borsäure ($\ddot{\text{B}}$)

aufgefunden. Die

Chromsäure ($\ddot{\text{Cr}}$)

wird schon durch ihr Verhalten gegen Chlorwasserstoffsäure und Alkohol, ausserdem aber noch auf die Weise erkannt, dass man die unlösliche Verbindung derselben mit kohlensaurem Natron zersetzt und die so erhaltene wässrige Auflösung darauf untersucht. Durch die vorläufige Probe ist die

Weinsteinsäure ($\overline{\text{T}}$)

erkannt worden. Um in den unlöslichen Substanzen das

Cyan (Cy)

nachzuweisen, kocht man dieselben mit Kali und verfährt nach S. 55.

Hat man durch das Löthrohr Arsenik gefunden und will man sich noch überzeugen, auf welcher Oxydationsstufe sich dasselbe befunden hat, so kann man die Substanz mit dem 3- bis 4fachen Gewicht kohlensauren Natrons mengen und in einem Porzellantiegel glühen, die geglühte Masse nach dem Erkalten mit Wasser ausziehen und in der abfiltrirten Lösung nach dem vorsichtigen Neutralisiren mit Salpetersäure, auf

Arseniksäure ($\ddot{\text{As}}$) und**Arsenichte Säure** ($\ddot{\text{As}}$).

mit Silber- und Magnesialösung prüfen s. S. 5.

Die

Phosphorsäure ($\ddot{\text{P}}$)

wird je nach der Natur der damit verbundenen Basis auf verschiedene Weise gefunden, da in einer in Wasser unlöslichen phosphorsauren Verbindung die Gegenwart mancher Basen dem Auffinden der Phosphorsäure durch salpetersaures Silberoxyd und Magnesialösung hinderlich ist.

Sind mit derselben nur Metalloxyde verbunden, welche aus der sauren Auflösung durch Schwefelwasserstoff gefällt werden (s. S. 70 I.), so löst man die Substanz in Salpetersäure oder Chlorwasserstoffsäure auf, fällt aus der Auflösung durch Schwefelwasserstoff das Metalloxyd und kann dann in der abfiltrirten Flüssigkeit die Säure nachweisen.

Sind ausserdem noch Metalloxyde zugegen, welche aus der neutralen Auflösung durch Schwefelwasserstoffschwefelammonium als Schwefelmetalle fällbar sind, so digerirt man, nachdem die aus der sauren Auflösung fällbaren Metalloxyde durch Schwefelwasserstoff entfernt sind, die neutralisirte Flüssigkeit längere Zeit mit Schwefelwasserstoffschwefelammonium, filtrirt und benutzt alsdann die erhaltene Lösung zur Nachweisung der Säure.

Sind ausser den S. 70 I. angeführten Metalloxyden noch Erden vorhanden, die durch Schwefelsäure fällbar sind (als Kalk, Baryt und Strontian), so wird, nachdem durch Schwefelwasserstoff die Metalle aus der sauren Auflösung gefällt worden sind, die davon abfiltrirte Flüssigkeit mit einer hinreichenden Menge Schwefelsäure und Alkohol versetzt; nachdem die schwefelsauren Erden sich abgesetzt haben, filtrirt und diese Flüssigkeit nach Verjagung des Alkohols zur weiteren Untersuchung verwandt.

Sind aber ausser diesen noch andere durch Schwefelsäure nicht fällbare Erden, so wie Metalloxyde zugegen, welche nur aus der neutralen Auflösung durch Schwefelwasserstoffschwefelammonium fällbar sind, so kann folgendes Verfahren eingeschlagen werden: Die zur Untersuchung bestimmte Substanz wird in verdünnter Säure gelöst, die etwa vorhandenen, durch Schwefelwasserstoff fällbaren Me-

talle aus der sauren Lösung durch dieses Reagens abgeschieden, zum Filtrat Schwefelsäure und Alkohol so lange zugefügt, als noch ein Niederschlag entsteht, nach dem Filtriren der Alkohol verjagt und die Lösung mit Kali im Ueberschuss gekocht, filtrirt, aus der filtrirten Lösung das etwa vorhandene Zinkoxyd durch Schwefelwasserstoff gefällt. War nun keine Thonerde zugegen, so kann die Lösung mit Chlorwasserstoffsäure bis zur vollständigen Ausscheidung des Schwefels erwärmt und dann nach dem Uebersättigen mit Ammoniak und Filtriren mit Magnesia-mixtur untersucht werden.

Ist aber Thonerde zugegen, so muss diese aus der erhaltenen Lösung in Kali mit einer Auflösung von kiesel-saurem Kali (Kieselfeuchtigkeit) entfernt werden, ehe auf Phosphorsäure geprüft werden kann.

Oder man kann auch die noch Thonerde haltende Lösung nach dem Kochen mit Chlorwasserstoffsäure mit so viel Weinsteinsäure versetzen, dass die Fällung derselben verhindert wird, und dann Magnesiamixtur hinzufügen.

Viel einfacher kann man auf Phosphorsäure in der sauren Auflösung durch molybdänsaures Ammoniak prüfen.

Oxalsäure (Ö)

wird auf eine ähnliche Weise dargethan. Man löst die Substanz am besten in Chlorwasserstoffsäure auf und fällt mit Schwefelwasserstoff die dadurch fällbaren Metalle; ist Kalk zugegen, so wird dieser aus der filtrirten Flüssigkeit mit Schwefelsäure und Alkohol gefällt, der Alkohol durch Erwärmen verjagt, nachdem mit Kali neutralisirt worden. Die nun erhaltene Flüssigkeit wird mit Essigsäure sauer gemacht und mit Gypslösung untersucht.

IV.

Ist die zu untersuchende Substanz weder in Salpetersäure noch in Chlorwasserstoffsäure löslich, so erwärmt man dieselbe mit

Königswasser und verwendet die erhaltene Lösung nach I. S. 70 zur Untersuchung. Es ist hier meist auf Verbindungen von

Antimon,

Zinn,

Quecksilber

Rücksicht zu nehmen. Von den Quecksilber-Verbindungen sind besonders zu berücksichtigen:

Schwefelquecksilber (Hg, Hg),

Quecksilberchlorür (Hg Cl) ¹⁾,

Quecksilberbromür (Hg Br),

welche schon durch die vorläufige Probe S. 66 angedeutet worden sind.

Um in denselben das Brom oder das Chlor nachzuweisen, wird die Verbindung durch Kochen mit kohlensaurem Natron zersetzt, die Auflösung filtrirt und auf die früher angegebene Weise untersucht.

¹⁾ Durch längeres Kochen mit Wasser oder Chlorwasserstoffsäure zerfällt Quecksilberchlorür in Chlorid und Metall ($\text{Hg Cl} = \text{Hg Cl} + \text{Hg}$). Mit Salpetersäure gekocht wird salpetersaures Quecksilberoxyd gebildet, welches nebst dem unzersetzten Quecksilberchlorid sich löst.

D. Untersuchung der Substanzen, die weder in Wasser noch in Säuren löslich sind.

Ausser denjenigen Körpern, welche in Wasser und Säuren vollständig unlöslich sind, rechnet man auch solche hierher, von denen sich nur unwesentliche Mengen lösen. Von den zum Theil in Wasser oder Säuren löslichen gehört der gut ausgewaschene Rückstand hierher. Es sind vorzüglich folgende Verbindungen:

schwefelsaure Baryterde ($\text{Ba } \ddot{\text{S}}$),

„ **Kalkerde ($\text{Ca } \ddot{\text{S}}$),**

„ **Strontianerde ($\text{Sr } \ddot{\text{S}}$),**

Kieselsäure und ihre Verbindungen ($\ddot{\text{Si}}$),

unlösliche Fluorverbindungen (F),

unlösliche Modification von Thouerde ($\ddot{\text{Al}}$),

„ „ „ **Chromoxyd ($\ddot{\text{Cr}}$),**

„ „ „ **Zinnoxid ($\ddot{\text{Sn}}$),**

„ „ „ **einigen ^aphosphorsauren und sauren
arseniksauren Salzen,**

schwefelsaures Bleioxyd ($\text{Pb } \ddot{\text{S}}$),

Chlorsilber ($\text{Ag } \text{Cl}$),

Bromsilber ($\text{Ag } \text{Br}$),

Jodsilber ($\text{Ag } \text{I}$),

Cyansilber ($\text{Ag } \text{Cy}$),

Silbereisencyanür ($2 \text{ Ag } \text{Cy} + \text{Fe } \text{Cy}$),

Bromblei ($\text{Pb } \text{Br}$),

Jodblei (Pb I),
Kohle (C),
Schwefel (S).

I.

Ist die Substanz von weisser Farbe, so schüttelt man einen Theil mit Schwefelwasserstoffwasser, findet hierbei gar keine Farbenveränderung statt, so können nur zugegen sein:

schwefelsaure Baryterde,
 „ **Kalkerde,**
 „ **Strontianerde,**
Thonerde,

Kieselsäure und deren Verbindungen
Fluorverbindungen

} mit Metallen, die
 nicht zu I. I. S. 70
 gehören.

^a **phosphorsaure Salze,**
saure arseniksaure Salze ¹⁾.

Man mengt nun den zur Untersuchung bestimmten Theil der Substanz genau mit dem 3- bis 4fachen Gewicht kohlen-sauren Kali-Natrons und schmelzt dieselbe. Nach dem Erkalten erwärmt man die Masse mit Wasser, filtrirt und wäscht den in demselben unlöslichen Theil vollständig aus.

a. Untersuchung auf Basen.

Der nach dem Schmelzen in Wasser unlösliche Theil wird mit verdünnter Chlorwasserstoffsäure erwärmt und die filtrirte Lösung auf die früher angegebene Weise auf:

Fe **Oxyde des Eisens,**
Mn „ **des Mangans,**
Al **Thonerde (Äl) ²⁾,**
Ca **Kalkerde (Ca),**

¹⁾ Diese beiden kommen selten vor.

²⁾ und auf die andern zu II. S. 74 gehörenden, hier weniger zu berücksichtigenden Metalloxyde.

Ba Baryterde (Ba),
Sr Strontianerde (Sr),
Mg Magnesia (Mg)

untersucht. Die unlöslichen Aluminate, so wie die hierher gehörigen ^aphosphorsauren und sauren arseniksauren Salze können auch durch Schmelzen mit zweifach schwefelsaurem Kali aufgeschlossen werden.

b. Untersuchung auf Säuren.

Die nach dem Schmelzen erhaltene Auflösung in Wasser wird mit Chlorwasserstoffsäure bis zur vollständigen Verjagung der Kohlensäure erwärmt, die saure Lösung bis zur Trockniss abgedampft und schwach geglüht, der Rückstand nach dem Erkalten mit Chlorwasserstoffsäure befeuchtet und mit Wasser gekocht;

Kieselsäure (Si)

scheidet sich hierbei ab; man filtrirt die Flüssigkeit und untersucht auf

Schwefelsäure (S),

Phosphorsäure (P),

Arseniksäure (Ä) ¹⁾.

Auf

Fluorwasserstoffsäure (HF)

prüft man am besten einen Theil der unveränderten Substanz auf die S. 53 angegebene Weise; ist Kieselsäure zugegen, so muss das Verhalten der Fluorwasserstoffsäure gegen dieselbe beobachtet werden.

II.

Ist die Substanz weiss oder gelb und durch Schwefelwasserstoff gefärbt worden, so können ausser den unter I. angeführten Verbindungen noch zugegen sein:

¹⁾ Wie schon oben angedeutet worden, hat man hier nur in den seltensten Fällen auf diese beiden Säuren zu prüfen.

schwefelsaures Bleioxyd ($\text{Pb } \ddot{\text{S}}$),
 Bromblei (Pb Br),
 Jodblei (Pb I),
 Chorsilber (Ag Cl),
 Bromsilber (Ag Br),
 Jodsilber (Ag I),
 Cyansilber (Ag Cy),
 Silbereisencyanür ($2 \text{Ag Cy} + \text{Fe Cy}$),
 Zinnoxid ($\ddot{\text{Sn}}$).

Die Substanz wird auf die bei I. angegebene Weise mit kohlensaurem Kali-Natron gemengt, in einem Porzellantiegel geschmolzen und nach dem Erkalten ausgelaugt.

a. Untersuchung auf Basen.

Der nach dem Schmelzen beim Auslaugen mit Wasser bleibende unlösliche Theil wird, nachdem er vollständig ausgewaschen worden, mit verdünnter Salpetersäure erwärmt, die filtrirte Lösung verdünnt und Schwefelwasserstoff hindurch geleitet, es fällt hierdurch

Pb Blei,

Ag Silber;

die von den Schwefelmetallen abfiltrirte Flüssigkeit wird dann auf die andern bei I^a. S. 101 aufgeführten Basen untersucht.

Sn Zinnoxid ($\ddot{\text{Sn}}$).

Wird zum Theil schon aufgefunden, wenn die Substanz mit Chlorwasserstoffsäure gekocht und dann mit Wasser behandelt wird. Man kann auch die Substanz zum Nachweis desselben mit kohlensaurem Natron und Schwefel schmelzen, die Masse mit Wasser auslaugen und aus der Lösung das Zinnsulfid durch Chlorwasserstoffsäure fällen. Die in Schwefelnatrium unlöslichen Schwefelmetalle werden in Salpetersäure gelöst und auf die bekannte Weise untersucht.

b. Untersuchung auf Säuren.

Die nach dem Schmelzen mit kohlensaurem Kali-Natron erhaltene wässrige Lösung wird in 2 Theile getheilt.

Ein Theil wird mit Chlorwasserstoffsäure übersättigt und nach I^b. S. 102 auf

Kieselsäure (Si),

Schwefelsäure (S)

untersucht. Der andere Theil wird mit Salpetersäure angesäuert und dann auf die früher angegebene Weise auf

Chlorwasserstoffsäure (H Cl),

Bromwasserstoffsäure (H Br),

Jodwasserstoffsäure (H I) ¹⁾

untersucht. Einen Theil der unveränderten Substanz prüft man auf

Fluorwasserstoffsäure (H F);

einen andern Theil digerirt man mit Kali und prüft die erhaltene Auflösung nach dem Filtriren auf

Cyanwasserstoffsäure (H Cy),

Eisencyanwasserstoffsäure ($2\text{H Cy} + \text{Fe Cy}$).

durch Zusatz von Eisenoxyduloxylösung und überschüssiger Chlorwasserstoffsäure.

III.

Ist die Substanz gefärbt, so können alle unter D. S. 100 angeführten Verbindungen zugegen sein. In diesem Falle kann man folgenden Weg der Untersuchung einschlagen:

Einen Theil der Substanz erhitzt man in einer an einem Ende zugeschmolzenen Glasröhre; es verflüchtigt sich hierbei der

Schwefel (S) s. S. 39.

Den vom Schwefel befreiten Rückstand mengt man mit dem doppelten Gewicht Salpeter und erhitzt in einem Porzellan-

¹⁾ Die beiden letzteren können auch durch Erhitzen der Originalsubstanz mit zweifach schwefelsaurem Kali in einer Glasröhre nachgewiesen werden.

tiegel; zeigt sich hierbei eine Feuererscheinung, unter gleichzeitigem Verschwinden der schwärzlichen Färbung, so ist

Kohle (C)

zugegen. Als Graphit wird dieselbe hierbei nicht angegriffen. Dieser verbrennt nur beim Erhitzen im Sauerstoff, jedoch ist er sehr leicht an der Eigenschaft des starken Abfärbens zu erkennen (s. S. 60).

Entsteht beim Schmelzen mit Salpeter eine gelbliche Färbung, und beim nachherigen Erwärmen mit Wasser eine gelbe Lösung, so ist

Chromoxyd (Cr)

vorhanden, welches nun in Wasser lösliches chromsaures Kali gebildet hat und in dieser Lösung näher nachgewiesen werden kann. Der beim Auslaugen bleibende Rückstand wird mit zweifach schwefelsaurem Kali geschmolzen, wodurch

Thonerde (Al),

so wie

saure arseniksaure Salze,

unlösliche ^aphosphorsaure Salze

löslich werden. Durch Schmelzen mit Schwefel und kohlensaurem Natron wird

Zinnoxid (Sn)

gelöst, und durch das unter II. S. 102 angegebene Verfahren die übrigen hierher gehörigen Körper aufgefunden.

IV.

Sehr viele zu diesem Abschnitt gehörende Verbindungen zeichnen sich durch ihr äusseres Ansehen so aus, dass man mit Uebergang der gewöhnlichen Proben sie sogleich einer eigenen Untersuchung unterwerfen kann. Es sind vorzüglich sowohl die in der Natur vorkommenden, als auch die bei verschiedenen technischen Prozessen sich bildenden kieselsauren Verbindungen,

s. S. 58. Der Gang der Untersuchung richtet sich, wie schon dort angegeben worden, nach der Natur des Silicats.

a. Kieselsaure Verbindungen, welche durch Chlorwasserstoffsäure zersetzbar sind.

Ein bis zwei Gramme der fein gepulverten Substanz werden auf die S. 58 angegebene Weise zersetzt. Ist dieses geschehen, so filtrirt man die

Kieselsäure (Si)

ab und wäscht aus. Die abfiltrirte Flüssigkeit wird nun auf die darin befindlichen Basen untersucht. Man leitet zu dem Zweck Schwefelwasserstoff hindurch, und verfährt mit dem entstehenden Niederschlag auf die früher (S. 70) angegebene Weise. Die von demselben abfiltrirte Flüssigkeit versetzt man, nachdem sie durch Ammoniak neutralisirt worden, mit Schwefelwasserstoffschwefelammonium etwas im Ueberschuss. In den seltensten Fällen ist es nöthig, den hierdurch entstehenden Niederschlag auf alle S. 74 mit II. bezeichneten Verbindungen zu untersuchen, da er meistens nur

Schwefeleisen,

Schwefelmangan,

Thonerdehydrat

enthält. Nach dem Filtriren löst man denselben in Chlorwasserstoffsäure, oxydirt durch Erwärmen mit Salpetersäure, verjagt die überschüssige Säure und kocht mit Kalihydrat. Nachdem das Kochen einige Zeit hindurch fortgesetzt worden ist, verdünnt man die Flüssigkeit und filtrirt; zum Filtrat wird Salmiak zur Fällung des

AI Thonerdehydrats (Al H^3)

gesetzt. Den in Kali ungelöst bleibenden braunen Rückstand löst man in Chlorwasserstoffsäure und erwärmt, entwickelt sich hierbei Chlor, so setzt man das Erwärmen so lange fort, bis dasselbe vollständig ausgetrieben ist¹⁾; als-

¹⁾ Die Chlorentwicklung wird durch die Gegenwart des Manganoxys bedingt, denn $\text{Mn} + 3\text{H Cl} = 2\text{Mn Cl} + 3\text{H} + \text{Cl}$.

dann neutralisirt man genau mit Ammoniak und setzt bernsteinsaures Ammoniak so lange hinzu, als noch ein Niederschlag entsteht. Das hierdurch gefällte

Fe **Eisenoxyd** ($\text{Fe} \text{ } \overline{\text{Su}}$)

wird abfiltrirt, die erhaltene Flüssigkeit mit Schwefelwasserstoffschwefelammonium versetzt; entsteht hierbei ein Niederschlag (Mn), so wird derselbe durch Schmelzen auf Platinblech mit Soda und Salpeter auf

Mn **Mangan**

geprüft.

Die von dem durch Schwefelwasserstoffschwefelammonium entstandenen Niederschlag abfiltrirte Flüssigkeit wird, nachdem sie vom Schwefelwasserstoff befreit ist, mit Ammoniak neutralisirt und dann mit oxalsaurem Ammoniak versetzt; es fällt hierdurch die

Ca **Kalkerde** ($\text{Ca} \text{ } \ddot{\text{E}}$).¹⁾

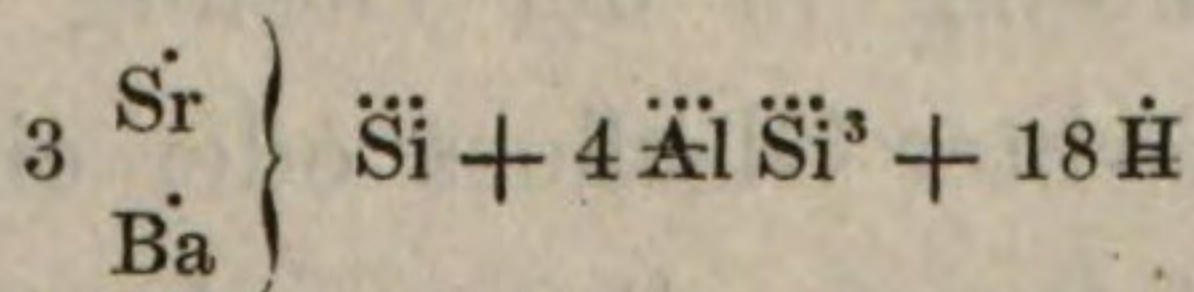
Einen Theil der von dem Kalk befreiten Flüssigkeit prüft man durch Erwärmen mit phosphorsaurem Natron auf

Mg **Magnesia.**

Ist diese gefunden worden, so wird derjenige Theil der Flüssigkeit, welcher kein phosphorsaures Natron enthält, auf die S. 79 angegebene Weise zur Auffindung der Alkalien behandelt. Man kann auch die Flüssigkeit abdampfen und zur Verjagung der Ammoniaksalze glühen, den Rückstand in Wasser lösen und dann mit einem grossen Ueberschuss von Oxalsäure versetzen, abdampfen und wieder glühen. Den hierbei bleibenden Rückstand kocht man mit Wasser aus, es lösen sich nur

K **Kali,**

¹⁾ Ist auf Baryt und Strontianerde Rücksicht zu nehmen, was nur bei der Analyse des Brewsterit



und einiger anderer ähnliche Silikate nöthig ist, so fällt man nach S. 77 die Erden durch kohlensaures Ammoniak und untersucht auf die dort angegebene Weise,

Na **Natron,**

während die Magnesia ungelöst bleibt.

Beim Erwärmen der feingepulverten Originalsubstanz mit Chlorwasserstoffsäure hat man besonders darauf zu achten, ob hierbei eine Gasentwicklung stattfindet.

Ist dieses der Fall, so untersucht man die Gase auf

Kohlensäure,

Schwefelwasserstoff.

Letzterer entwickelt sich besonders bei Zersetzung mancher Schlacken. Er ist leicht dadurch zu entdecken, dass man in den obern Theil des Glases, worin die Zersetzung vorgenommen wird, einen mit einer Bleilösung getränkten Papierstreifen bringt, welcher gebräunt wird.

b. Untersuchung kieselaurer Verbindungen, welche durch Chlorwasserstoffsäure nicht angegriffen werden.

1. Untersuchung derjenigen hierher gehörenden Verbindungen, welche keine Alkalien enthalten.

Diese werden auf die S. 58 angegebene Weise mit kohlen-saurem Kali-Natron aufgeschlossen und dann nach Abscheidung der Kieselsäure weiter untersucht.

2. Untersuchung derjenigen unlöslichen Silikate, welche Alkalien enthalten.

Diese werden auf die früher angegebene Weise durch: Schmelzen mit kohlen-saurem Baryt oder durch: Fluorwasserstoffsäure zersetzt (s. S. 59).

Im erstern Falle muss die ausgeschiedene Kieselsäure zur Entfernung des Chlorbaryums lang ausgewaschen und aus dem Filtrat der Baryt durch Schwefelsäure vor der weitem Untersuchung auf Basen abgeschieden werden.

Bei der Zersetzung durch Fluorwasserstoffsäure findet man alle Bestandtheile der Verbindung in der Lösung mit Ausnahme der Kieselsäure. Ist ein gefärbter Glasfluss oder eine Emaille untersucht worden, so ist auf sonst seltner vorkommende Metall-oxyde, z. B. Uranoxyd, Rücksicht zu nehmen.

Untersuchung der Ackererden.

Da die Anzahl der Bestandtheile der Ackererden ziemlich beschränkt ist, so ist es zweckmässig, dieselben einer eigenen der im Vorhergehenden ähnlichen Untersuchungsweise zu unterwerfen. Zwanzig bis dreissig Gramme der getrockneten Erde werden mit Wasser ausgekocht und der Rückstand ausgewaschen. Der grösste Theil der wässerigen Lösung, welche auch organische Bestandtheile des Bodens enthalten kann, wird mit Chlorwasserstoffsäure angesäuert, es entweicht die hierbei vorhandene

Kohlensäure ($\text{C}\ddot{\text{o}}$).

Die Auflösung wird im Wasserbade bis zur Trockniss eingedampft und ein Theil des Rückstandes auf

NH³ Ammoniak ¹⁾

geprüft. Ein anderer Theil wird nach dem Abdampfen mit Chlorwasserstoffsäure schwach gegläht, der Rückstand mit Chlorwasserstoffsäure befeuchtet, und die gelöst gewesene

Kieselsäure (Si)

abgeschieden. Nachdem dieselbe abfiltrirt worden, fällt man aus der Lösung durch Schwefelwasserstoffschwefelammonium die etwa vorhandene

Al Thonerde (Äl),

Fe Eisenoxydul (Fe),

Mn Manganoxydul (Mn),

filtrirt und fällt durch Oxalsäure

Ca Kalkerde (Ca),

Die hiervon abfiltrirte Flüssigkeit wird dann auf eine der früher angegebenen Weisen auf

Mg Magnesia,

K Kali,

Na Natron

untersucht.

*) Geringe Mengen werden am besten durch Phosphor-Molybdänsäure nachgewiesen (s. S. 38).

In besonderen Theilen der wässerigen Lösung prüft man auf

Schwefelsäure,

Chlorwasserstoffsäure,

Salpetersäure.

Der beim Behandeln mit Wasser bleibende Rückstand wird mit Salzsäure gekocht, wobei die in den unlöslichen Verbindungen enthaltene

Kohlensäure (C)

entweicht.

Nachdem dieselbe eine Zeit lang darauf eingewirkt hat, wird Wasser zugesetzt und dann filtrirt. Die Lösung mit Schwefelwasserstoff im Ueberschuss versetzt und zugedeckt einige Zeit hindurch an einen mässig warmen Ort hingestellt. Ein sich hierbei abscheidender Niederschlag wird auf einem Filtrum gesammelt und untersucht. Er besteht meistens aus einer geringen Menge

Schwefelkupfer.

Die mit Ammoniak neutralisirte abfiltrirte Flüssigkeit versetzt man mit Schwefelwasserstoffschwefelammonium, wodurch ausser

Eisenoxydul,

Manganoxydul,

Thonerde,

noch

phosphorsaure Magnesia,

„ Kalkerde,

gefällt werden können. Mit diesem Niederschlag, so wie mit der von demselben abfiltrirten Flüssigkeit, wird nun auf die bekannte Weise verfahren.

Einen Theil des Rückstandes zieht man mit Chlorwasserstoffsäure aus und prüft auf

Schwefelsäure (S).

Einen andern durch Salpetersäure dargestellten Auszug auf

Chlorwasserstoffsäure (H-Cl).

Um auf

Phosphorsäure

zu prüfen, zieht man eine grössere Menge der Erde mit Salpetersäure aus und setzt diesen Auszug, nachdem er durch Abdampfen concentrirt worden, zu einer angesäuerten Auflösung von molybdänsaurem Ammoniak.

Der in Wasser und Säuren unlösliche Rückstand wird mit einer Auflösung von kohlensaurem Natron zum Auflösen der durch Chlorwasserstoffsäure abgeschiedenen Kieselsäure gekocht, das ungelöst Bleibende wird nun mit zweifach schwefelsaurem Kali geschmolzen; der Thon wird dadurch zersetzt und kann durch Behandeln mit Wasser und verdünnter Kalilauge gelöst werden. Der bleibende Rückstand, meist aus Sand bestehend, kann nun auf eine früher angegebene Weise aufgeschlossen und untersucht werden.

Zusammenstellung

der

wichtigsten Löthrohr-Reactionen.

Bei Anwendung des Löthrohrs wird vorzüglich das Verhalten der Körper bei erhöhter Temperatur für sich oder unter dem Einfluss oxydirender oder reducirender Gasarten, so wie einiger weniger Reagentien beobachtet, um die Natur derselben zu erkennen.

I.

Zu diesem Ende erhitzt man die Substanz in einem Glas-
kölbchen; es ist hierbei zu beachten:

eine Zersetzung, die vorzüglich auf sogenannte organische
Körper deutet;

eine Schmelzung bei gesteigerter Temperatur, welche
bei vielen Körpern stattfindet;

eine Farbenveränderung, bleibend oder vorübergehend;

eine Entwicklung flüchtiger Körper; diese kann an-
deuten:

Sauerstoff, er wird dadurch erkannt, dass ein glimmender
Holzspahn lebhaft darin zu brennen anfängt;

Wasser (s. S. 65);

Salpetersäure (s. S. 65);

schwefelichte Säure (s. S. 65);

Fluorwasserstoffsäure kann sich beim Erhitzen Wasser haltender Fluorverbindungen entwickeln;

Schwefel (s. S. 39);

Schwefelquecksilber, wird durch Reiben roth;

Schwefelarsenik (weiter nach S. 5 zu untersuchen);

Arsenik (s. S. 4);

Quecksilber (s. S. 14);

Kadmium, giebt beim Erhitzen an der Luft braunes Oxyd;

Antimonoxyd (s. S. 6);

arsenichte Säure (s. S. 4);

Chlorammonium (s. S. 66);

Quecksilberchlorid (s. S. 66);

Quecksilberchlorür ¹⁾ (s. S. 66).

Hierauf erhitzt man einen Theil der Substanz mit zweifach schwefelsaurem Kali gemengt in einem Glaskölbchen; es können hierdurch erkannt werden:

Salpetersäure, wird in salpetrichte Säure und Sauerstoff zersetzt;

Fluorwasserstoffsäure, greift das Glas an;

Jod, wird als violettes Gas aus seinen Verbindungen ausgetrieben und setzt sich an den kältern Theilen des Kolbens als braune Schuppen an;

Brom, wird gasförmig ausgetrieben.

Ein anderer vorher entwässerter Theil der Substanz wird mit Kohlenpulver gemengt und in der Löthrohrflamme erhitzt, eine Entwicklung von schwefelichter Säure beweist

Schwefelsäure.

II.

Die Substanz wird in einer an beiden Enden offenen Glasröhre erhitzt. Es zeigen sich hierbei die meisten unter I. angeführten Erscheinungen; ausserdem können dadurch erkannt werden:

Schwefelmetalle (s. S. 67);

¹⁾ Ebenfalls andere weniger häufig vorkommende Quecksilberverbindungen.

Ausser dem Schwefel werden auch die Metalle in denselben oxydirt und in dem kältern Theil der Röhre je nach ihrer Flüchtigkeit mehr oder minder von der Probe entfernt abgesetzt als:

Antimonoxyd,

Wismuthoxyd,

Zinnoxyd, als weisser, nicht flüchtiger Rauch, der sich dicht an der Probe anlegt.

Zuweilen entstehen durch die Oxydation schwefelsaure Salze, die sich dann auch verflüchtigen können, z. B.

schwefelsaures Bleioxyd, das einen Sublimat bildet, der beim Schmelzen grau wird.

Arsenikverbindungen geben hierbei entweder einen krystallinischen Anflug von arsenichter Säure, oder auch metallisches Arsenik.

Chlorblei schmilzt vor dem Verflüchtigen.

Mengt man die Substanz vor dem Erhitzen mit geschmolzenem Phosphorsalz, so kann noch

Fluorwasserstoffsäure

erkannt werden, wenn man die Löthrohrflamme so lenkt, dass sie in die Röhre schlägt, dieselbe wird dadurch matt und hineingehaltenes Fernambukpapier gelb.

III.

Man erhitzt die Substanz für sich in der Löthrohrflamme, entweder auf Kohle, Platindrath oder mittelst einer Platinzange. Auf Kohle erhitzt, bleiben in der innern und äussern Flamme unverändert:

Gold,

Silber,

Platin;

schmelzbar sind die beiden erstern. Von denjenigen Metallen, welche durch die äussere Flamme oxydirt, durch die innere aber wieder reducirt werden können, sind unschmelzbar:

Eisen,

Nickel,

Cobalt.

Schwefelmetalle verhalten sich wie in der offenen Glasröhre.

Von den Oxyden sind unschmelzbar:

Baryterde, } als Hydrate und in ihren Verbindungen
Strontianerde, } mit Kohlensäure schmelzbar,

Kalkerde,

Magnesia,

Thonerde,

Kieselsäure,

Chromoxyd,

Manganoxyd,

Eisenoxyd,

Nickeloxyd,

Cobaltoxyd,

antimonsaures Antimonoxyd, } in der innern Flamme zu
 } flüchtigem Oxyd reducirbar,

Uranoxyd,

Zinkoxyd,

Kadmiumoxyd,

Zinnoxyd,

} in der innern Flamme reducirbar, die
} beiden erstern verflüchtigen sich dabei;

schmelzbar:

Antimonoxyd, flüchtig,

Kupferoxyd,

Wismuthoxyd,

Bleioxyd,

} leicht reducirbar.

Von den in der Natur vorkommenden Mineralien sind in der Löthrohrflamme am besten zwischen der Platinzange unschmelzbar:

Quarz Si ,

Corund Al ,

Thon $\text{Al}^3 \text{Si}^4 + 6\text{H}$,

Diaspor Al H ,

Gibbsit Al H^3 ,

Aluminit $\text{Al S} + 9\text{H}$,

Spinell Mg Al ,

Gahnit	$\text{Zn } \ddot{\text{Al}},$
Olivin	$(\text{Mg}, \text{Fe})^3 \ddot{\text{Si}},$
Cyanit	$\ddot{\text{Al}}^3 \ddot{\text{Si}}^2,$
Andalusit	$\ddot{\text{Al}}^4 \ddot{\text{Si}}^3,$
Staurolith	$\ddot{\text{Al}}^2 \ddot{\text{Si}},$
Leucit	$\text{K}^3 \ddot{\text{Si}}^2 + 3 \ddot{\text{Al}} \ddot{\text{Si}}^2,$
Talk	$3 \text{Mg } \ddot{\text{Si}} + \text{Mg}^3 \ddot{\text{Si}}^2 + 2 \text{H},$
Pyrophyllit	$\text{Mg}^3 \ddot{\text{Si}}^2 + 9 \ddot{\text{Al}} \ddot{\text{Si}} + 9 \text{H},$
Apatit	$3 \text{Ca}^3 \ddot{\text{P}} + \text{Ca} (\text{F}, \text{Cl}),$
Gehlenit	$3 (\text{Ca}, \text{Mg}, \text{Fe})^3 \ddot{\text{Si}} + (\ddot{\text{Al}} \ddot{\text{Fe}})^3 \ddot{\text{Si}},$
Anthophyllit	$(\text{Fe}, \text{Mg})^4 \ddot{\text{Si}}^3,$
Allophan	$\ddot{\text{Al}}^3 \ddot{\text{Si}}^2 + 15 \text{H},$
Zinnstein	$\ddot{\text{Sn}},$
Chromeisenstein	$(\text{Fe}, \text{Mg}) (\ddot{\text{Cr}}, \ddot{\text{Al}}),$
Eisenglanz	$\ddot{\text{Fe}},$
Türkis	$(\ddot{\text{Al}}^4 \ddot{\text{P}}^3 + 9 \text{H}) + 2 \ddot{\text{Al}} \text{H}^3,$
Diopas	$\text{Cu}^3 \ddot{\text{Si}}^2 + 3 \text{H},$
Chondrodit	$\text{Mg F} + 3 \text{Mg}^3 \ddot{\text{Si}},$
Topas	$6 \ddot{\text{Al}}^3 \ddot{\text{Si}}^2 + (3 \text{Al F}^3 + 2 \text{Si F}^3).$

Sehr schwer oder nur zum Theil schmelzbar sind folgende:

Feldspath	$\text{K } \ddot{\text{Si}} + \ddot{\text{Al}} \ddot{\text{Si}}^3,$
Albit	$\text{Na } \ddot{\text{Si}} + \ddot{\text{Al}} \ddot{\text{Si}}^3,$
Oligoklas	$(\text{Na}, \text{Ca}, \text{K}) \ddot{\text{Si}} + \ddot{\text{Al}} \ddot{\text{Si}}^3,$
Labrador	$(3 \text{Ca} + 3 \text{Na}) \ddot{\text{Si}} + \ddot{\text{Al}} \ddot{\text{Si}}^3,$
Anorthit	$\text{Ca}^3 \ddot{\text{Si}} + 3 \ddot{\text{Al}} \ddot{\text{Si}},$
Nephelin	$(\text{Na}, \text{K})^2 \ddot{\text{Si}} + 2 \ddot{\text{Al}} \ddot{\text{Si}},$
Tafelspath	$\text{Ca}^3 \ddot{\text{Si}}^2,$
Meerschaum	$\text{Mg } \ddot{\text{Si}} + \text{H},$
Speckstein	$\text{Mg}^3 \ddot{\text{Si}}^2 + 6 \text{Mg } \ddot{\text{Si}},$
Serpentin	$2 \text{Mg}^3 \ddot{\text{Si}}^2 + 3 \text{Mg } \text{H}^2,$
Glimmer	$(\text{Mg}, \text{Fe}, \text{K})^3 \ddot{\text{Si}} + (\ddot{\text{Al}}, \ddot{\text{Fe}}) \ddot{\text{Si}},$
Epidot	$\text{Ca}^3 \ddot{\text{Si}} + 2 \left\{ \begin{array}{c} \ddot{\text{Al}} \\ \ddot{\text{Fe}} \\ \ddot{\text{Mn}} \end{array} \right\} \ddot{\text{Si}},$
Sodalit	$\text{Na } \ddot{\text{Si}} + \ddot{\text{Al}} \ddot{\text{Si}},$

Schwerspath . . .	Ba $\ddot{\text{S}}$,
Coelestin	Sr $\ddot{\text{S}}$,
Gyps	Ca $\ddot{\text{S}}$ + 2 H,
Flussspath	Ca F.

Schmelzbar sind folgende:

Zeolithe,

Mejonit	Ca ³ $\ddot{\text{Si}}$ + 2 $\ddot{\text{Al}}$ $\ddot{\text{Si}}$,
Elaeolith	$\left. \begin{array}{l} \frac{1}{5} \text{K}^2 \\ \frac{4}{5} \text{Na}^2 \end{array} \right\} \ddot{\text{Si}} + 2 \ddot{\text{Al}} \ddot{\text{Si}},$
Idokras	$\left. \begin{array}{l} \text{Ca}^3 \\ \text{Mg}^3 \end{array} \right\} \ddot{\text{Si}} + \left. \begin{array}{l} \ddot{\text{Fe}} \\ \ddot{\text{Al}} \end{array} \right\} \ddot{\text{Si}},$
Granat	$\left. \begin{array}{l} \text{Ca}^3 \\ \text{Mg}^3 \\ \text{Fe}^3 \\ \text{Mn}^3 \end{array} \right\} \ddot{\text{Si}} + \left. \begin{array}{l} \ddot{\text{Al}} \\ \ddot{\text{Fe}} \\ \ddot{\text{Cr}} \end{array} \right\} \ddot{\text{Si}},$
Boracit	Mg $\ddot{\text{B}}^2$ + 2 Mg $\ddot{\text{B}}$,
Hydroboracit . . .	(Ca + Mg) ³ $\ddot{\text{B}}^4$ + 9 H,
Datolith	3(Ca $\ddot{\text{B}}$ + Ca $\ddot{\text{Si}}$) + H ³ $\ddot{\text{Si}}$,
Botryolith	3(Ca $\ddot{\text{B}}$ + Ca $\ddot{\text{Si}}$) + H ⁶ $\ddot{\text{Si}}$,
Kryolith	3 Na F + $\ddot{\text{Al}}$ F ³ ,
Axinit	(Ca, Mg) ³ ($\ddot{\text{Si}}$, $\ddot{\text{B}}$) ² + 2($\ddot{\text{Al}}$, $\ddot{\text{Fe}}$, $\ddot{\text{Mn}}$)($\ddot{\text{Si}}$, $\ddot{\text{B}}$),
Lasurstein	K, Na, Ca, $\ddot{\text{Al}}$, $\ddot{\text{Si}}$, $\ddot{\text{S}}$,
Haüyn	(Na K) ³ $\ddot{\text{Si}}$ + 3 $\ddot{\text{Al}}$ $\ddot{\text{Si}}$ + 2 Ca $\ddot{\text{S}}$ (?),
Nosean	Na ³ $\ddot{\text{Si}}$ + 3 $\ddot{\text{Al}}$ $\ddot{\text{Si}}$ + Na $\ddot{\text{S}}$ (?),
Pyrosmalith . . .	Fe Cl ³ + $\ddot{\text{Fe}}$ H ⁶ + 4(Fe ³ $\ddot{\text{Si}}^2$ + Mn ³ $\ddot{\text{Si}}^2$).

Die meisten löslichen Salze schmelzen ebenfalls auf der Kohle, viele werden dadurch verändert, z. B. salpetersaure und chlorsaure Salze, welche auf der Kohle erhitzt verpuffen, manche ziehen in die Kohle, andere bilden Perlen; von den unlöslichen zeichnet sich besonders das phosphorsaure Bleioxyd dadurch aus, dass es, nachdem es geschmolzen ist, eine Perle bildet (s. S. 17).

Eine Farbenveränderung bei erhöhter Temperatur, welche beim Erkalten wieder verschwindet, zeigen:

Zinkoxyd, wird gelb, beim Erkalten wieder weiss.

Dunkler werden bei einer Temperatur, die nicht bis zur Zersetzung gesteigert werden darf:

Mennige,

Quecksilberoxyd,

chromsaure Salze,

Bleioxyd,

Wismuthoxyd.

Eine Färbung der äussern Flamme zeigen, wenn die innere darauf geleitet wird ¹⁾:

die Verbindungen von	
gelb	Natron ,
roth	Strontianerde ,
	Kalkerde , mit einem Stich in's Gelbe,
blau	Arsenik ,
	Antimon ,
	Blei ,
	Chlorkupfer , lasurblau,
	Bromkupfer , grünblau,
violett	Kali ,
grün	Baryterde ,
	Jodkupfer ,
	Kupferoxyd ,
	Borsäure .
	Phosphorsäure ,
} im freien Zustande oder bei Zusatz von 2fach schwefelsaurem Kali.	

IV.

Die Substanz wird dem Einfluss der innern und der äussern Flamme entweder für sich oder gemengt mit Soda, Phosphor-

¹⁾ Das Erhitzen geschieht am besten auf einem vollständig reinen Platindrath, bei leicht reducibaren Metallen auf Kohle.

salz ¹⁾ oder Borax ausgesetzt. Wie schon früher angegeben, bewirkt die innere Löthrohrflamme eine Reduction, die äussere hingegen eine Oxydation; erstere wird durch Zusatz von Soda allein oder mit Cyankalium gemengt erleichtert. Viele Körper werden durch blosses Erhitzen auf Kohle verflüchtigt und geben einen Beschlag, z. B. manche Chloride; andere zeigen diese Erscheinung erst, wenn sie zuvor zersetzt worden sind, wie dieses bei einigen Metalloxyden der Fall ist. Im Allgemeinen sind die Erscheinungen, welche sich beim Erhitzen in der äussern Löthrohrflamme zeigen, denen in der offenen Glasröhre entsprechend.

Durch Erhitzen mit Soda auf Kohle giebt eine Perle:

Kieselsäure,

sie giebt ein farbloses klares Glas, wenn sie im reinen Zustand verwendet worden. Kieselsaure Salze, welche viel Kieselsäure enthalten, geben auch noch ein klares Glas. Enthalten dieselben Metalloxyde, so kann auch eine gefärbte Perle entstehen.

In der äussern Löthrohrflamme können auf Platindrath oder Platinblech mit Soda geschmolzen worden, ausser Kieselsäure noch

Antimonoxyd,

Chromoxyd,

Manganoxyd, } in sehr geringer Menge, ersteres färbt die
Cobaltoxyd, } Masse intensiv grün,

Bleioxyd,

Kupferoxyd,

Baryterde,

Strontianerde,

Fluorcalcium.

} und die meisten Salze derselben,

In der innern Löthrohrflamme werden mit Soda oder Soda und Cyankalium ausser den Oxyden auch viele andere Metallverbindungen reducirt, z. B. Schwefelmetalle, Chloride etc. Bei den Schwefelverbindungen wird aber die Reduction erleichtert, wenn sie vorher in der äussern Flamme geröstet worden sind. Die

¹⁾ $(2\text{Na} + \text{H}) \ddot{\text{P}} + (2\text{NH}^4 + \text{H}) \ddot{\text{P}} + 16\text{H}.$

flüchtigen Metalle werden hierbei verflüchtigt, bilden aber meistens einen Beschlag, durch nachherige Oxydation entstehend; bei einigen bleibt hierbei ein Metallkorn, bei andern nicht. Die nicht flüchtigen geben, wenn sie leicht schmelzbar sind, ein Metallkorn, die andern nur Metallfitter, welche aber nach dem Zerreiben im Achatmörser durch Abschlemmen von den Kohlenstückchen getrennt und dann näher beobachtet werden können.

Reducirt werden und geben

	ein Metallkorn:	einen Beschlag:
Oxyde des Antimons,	spröde,	weiss, in der äussern Flamme flüchtig,
Wismuthoxyd,	spröde,	dunkelgelb,
Bleioxyd,	dehnbar,	gelbroth,
Zinkoxyd,	kein Metallkorn,	weiss, beim Glühen gelb, in der äussern Flamme nicht flüchtig,
Kadmiumoxyd,	desgl.	braun, die Kohle läuft bunt an.

Ohne Beschlag geben:

Zinnoxid, ein dehnbares Metallkorn,

Oxyde von $\left\{ \begin{array}{l} \text{Eisen,} \\ \text{Nickel,} \\ \text{Cobalt,} \end{array} \right\}$ ein metallisches Pulver, welches vom Magneten angezogen wird,

Kupferoxyd, metallisches Kupfer,

Silberoxyd, metallisches Silber,

Oxyde von $\left\{ \begin{array}{l} \text{Gold, schmelzbar,} \\ \text{Platin, graue unschmelz-} \\ \text{bare Masse,} \end{array} \right\}$ beide werden auch durch blosses Erhitzen reducirt;

die Oxyde des **Arseniks** werden vollständig verflüchtigt, ohne einen Beschlag zu geben.

Die Verbindungen des Schwefels geben noch durch Schmelzen mit Soda oder mit Soda und Borax in der innern Flamme des Löthrohrs eine Masse, die befeuchtet auf Silberblech einen schwarzen Fleck verursacht. Enthalten dieselben kein Metall, welches Glasflüsse färbt, so kann man sie mit einer klaren Perle

von Soda und Kieselsäure zusammenschmelzen und in der innern Flamme stark erhitzen; es zeigt sich hierbei je nach der Menge des vorhandenen Schwefels eine braune oder gelbe Färbung.

Durch Schmelzen mit Soda werden nicht verändert:

Oxyde des Urans,

Thonerde,

Magnesia,

Kalk,

Baryt,

Strontian,

Kali,

Natron,

} diese werden von der Kohle aufgesogen.

Beim Schmelzen mit Phosphorsalz auf Kohle oder Platindraht sind unlöslich;

Kieselsäure, schwimmt in der Perle als sogenanntes Kiesel-skelett,

Zinnoxid, wenn dasselbe in einiger Menge vorhanden ist.

Bei den in Phosphorsalz löslichen Substanzen muss der Einfluss beachtet werden, welchen die äussere und die innere Flamme darauf ausüben. Die Erscheinungen, welche die reducirende Flamme hervorbringt, entstehen auch durch Zusatz einer geringen Menge Zinns zur noch schmelzenden Perle.

Es geben beim Schmelzen mit Phosphorsalz Gläser:

auf Platindraht:

auf Kohle:

in der äussern Flamme:

in der innern Flamme:

Baryterde,

Kalkerde,

Strontianerde,

Magnesia,

Zinkoxyd,

{ klar farblos, in
grösserer Menge
zugesetzt beim
Erkalten un-
durchsichtig
weiss werdend, } farblos,

wird reducirt und
giebt einen weis-
sen Beschlag,

auf Platindraht:		auf Kohle:
in der äussern Flamme:		in der innern Flamme:
Kadmiumoxyd,	klar farblos, in grösserer Menge zugesetzt beim Erkalten un- durchsichtig weiss werdend,	langsam reducirt
Bleioxyd,		mit schwachem gelbbraunen Be- schlag,
Thonerde,		grau und trübe,
Zinnoxyd,		zuweilen eingel- ber Beschlag,
Wismuthoxyd,		beim Abkühlen grau,
Silberoxyd,	gelb,	anfangs grau, dann klar und farblos unter Ab- scheidung von Silber,
Antimonoxyd,	gelblich,	farblos, zuerst trübe, dann wieder klar,
Chromoxyd,	in der Hitze röth- lich, nach dem Erkalten grün,	grün,
Uranoxyd,		
Kupferoxyd,	grün, beim Er- kalten bläulich,	beim Abkühlen mit Zinn braun- braunroth, roth,
Eisenoxyd,	roth, beim Ab- kühlen farblos,	grünlich vor dem vollständigen Erkalten, dann röthlich,

	auf Platindraht:		auf Kohle:
	in der äussern Flamme:	in der innern Flamme:	
Nickeloxyd,	roth, beim Erkalten gelblich,	unverändert,	mit Zinn anfangs undurchsichtig grau, dann unter Abscheidung von Nickel farblos.
Cobaltoxyd,	blau,	blau,	
Manganoxyd,	violett, bei sehr geringen Mengen farblos.	farblos.	

Mit Borax geben auch viele Substanzen Gläser. Die meisten stimmen mit den Phosphorsalzperlen überein, mit einigen Abweichungen, welche gerade ein charakteristisches Kennzeichen für die betreffenden Körper abgeben. Viele derselben, welche beim langsamen Erkalten klar bleiben, werden weiss, wenn man kalte Luft mittelst des Löthrohrs darauf bläst. Farben der Gläser:

	auf Platindraht:		auf Kohle:
	in der äussern Flamme:	in der innern Flamme:	
Kalkerde,	farblos,	farblos,	wird reducirt und giebt einen weissen Beschlag.
Baryterde,			
Strontianerde,			
Magnesia,			
Thonerde,			
Kieselsäure,			
Zinkoxyd,			
Kadmiumoxyd,			Das Metall verflüchtigt sich unter Kochen und giebt einen gelbbraunen Beschlag,

	auf Platindraht:		auf Kohle:
	in der äussern Flamme:	in der innern Flamme:	
Zinnoxid,	farblos, nur in geringer Menge löslich,	farblos,	zum Theil reducirt,
Silberoxyd,	} farblos, }	} grau. }	} anfangs grau, }
Wismuthoxyd,			
Antimonoxyd,			
Chromoxyd,	grün, in der Hitze gelb oder roth,	grün,	
Kupferoxyd,	grün, beim Erkalten etwas bläulich,	braunroth,	kann Kupfer metallisch abgeschieden werden,
Uranoxyd,	gelb,	grün,	
Bleioxyd,	gelb, beim Erkalten farblos,		
Eisenoxyd,	gelb oder roth, beim Erkalten heller,	flaschengrün,	mit Zinn vitriolgrün,
Nickeloxyd,	violett, beim Erkalten blassrothbraun,	grau,	grau, zuletzt farblos unter Abscheidung von einem Metallkorn,
Cobalt,	blau,	blau,	
Manganoxyd,	violett, kalt roth.	farblos nacheinander Blasen.	bald farblos.

Durch Erhitzen mit salpetersaurem Cobaltoxyd in der äussern Flamme werden gefärbt:

Thonerde, blau,

Magnesia, blassroth,

Zinkoxyd, grün,

Zinnoxid, blaugrün,

Antimonsäure, schmutzig dunkelgrün.

Oben ist schon angedeutet worden, dass metallisches Zinn viel rascher eine Reduction bewirkt, als dieses durch Blasen in der innern Flamme bewerkstelligt werden kann. Man wendet deshalb Zinn in folgenden Fällen an:

Wenn in einer Perle, welche durch Nickeloxyd stark gefärbt ist, geringe Mengen Cobalt gefunden werden sollen. Durch Zinn wird das Nickel bald reducirt und die blaue Farbe des Cobaltoxyds sichtbar. Eben so können Wismuthoxyd und Antimonoxyd hierdurch sehr leicht gefunden werden, indem sie auch in sehr geringer Menge durch Zinn reducirt werden und alsdann die Perle dunkelgrau färben.

Ausser den hier angegebenen Reagentien wird auch in sehr seltenen Fällen Flussspath als ein solches angewandt; die Eigenschaft nämlich desselben, mit den schwefelsauren Erden (Ca, Ba, Sr) S auf Kohle zu einer klaren Perle zusammen zu schmelzen, wird zur Erkennung dieser Verbindungen benutzt. Man muss hierbei von der schwefelsauren Erde etwas mehr als Flussspath anwenden, und nur die äussere Flamme darauf einwirken lassen; die entstandene klare Perle wird beim Erkalten emailleartig.

Kupferoxyd wird ebenfalls benutzt, um Chlor, Brom und Jod in Verbindungen zu entdecken; zu diesem Zwecke bläst man zuerst eine durch Kupferoxyd grün gefärbte Phosphorsalzperle und erhitzt, nachdem die zu untersuchende Substanz zugesetzt worden ist; bei Gegenwart von Chlor und Brom wird die Flamme blau, bei der des Jods smaragdgrün.

Ein Magnetstab wird auch zuweilen angewandt, um das durch Schmelzen mit Soda auf der Kohle erhaltene Metallpulver zu prüfen, ob es von demselben angezogen wird; dieses ist, wie schon oben angeführt worden, nur mit Eisen, Nickel und Cobalt der Fall.

Endlich wird noch dünner Eisendraht (Clavierdraht) zur Entdeckung der Phosphorsäure benutzt. Die zu untersuchende Substanz wird zu dem Ende mit Borsäure auf Kohle zu einer Perle geschmolzen; nachdem das Aufblähen aufgehört hat, bringt man den Clavierdraht so in die Kugel, dass er an beiden Enden hervorragt und erhitzt in der innern Flamme. Nach dem Erkalten wird die entstandene Glasperle auf einem Ambos so zerschlagen, dass nichts von derselben verloren geht, man erhält alsdann ein rundes Korn von Phosphoreisen, welches spröde ist und vom Magneten angezogen wird.

Gang der Analyse

bei

Gegenwart vieler organischer Körper.

Da organische Substanzen in vielen Fällen die Einwirkung der Reagentien verändern oder verhindern, so ist es nöthig, jene vor der Untersuchung solcher Gemenge zu entfernen.

Dieses kann nun je nach der Natur des organischen Körpers auf verschiedene Weise bewerkstelligt werden.

Ist derselbe ein Fett, harzartig oder von ähnlicher Beschaffenheit, so kann man die zu untersuchende Masse zunächst durch Kochen mit Wasser von den in demselben löslichen Bestandtheilen befreien, den Rückstand zuerst mit heissem Terpentinöl und dann mit Aether ¹⁾ ausziehen, wobei die in Wasser unlöslichen unorganischen Bestandtheile zurückbleiben.

Seifen können durch Alkohol gelöst werden; hierbei ist aber die alkoholische Lösung auch noch zu untersuchen.

Emulsionen können durch Kochen mit Alkohol coagulirt werden. Das Coagulum wird nun zuerst mit Salpetersäure, dann mit Königswasser ausgekocht, bleibt hierbei noch ein Rückstand, so bringt man denselben, nachdem er getrocknet worden ist, in kleinen Portionen in schmelzenden Salpeter, wobei man nicht eher einen neuen Theil

¹⁾ Die ätherische Lösung muss noch durch Schwefelwasserstoff geprüft werden.

zufügt, als bis der vorhergehende vollständig zerstört worden ist, was meistens unter Verpuffen geschieht.

Andere organische Substanzen, als Zucker, Gummi, Holzfaser, Extrakte, können entweder durch Kochen mit Salpetersäure und Königswasser oder im trocknen Zustand durch Verpuffen mit Salpeter, oder auch noch dadurch zerstört werden, dass man die breiartige Masse mit einem Gemenge von chlorsaurem Kali und Chlorwasserstoffsäure einige Stunden hindurch bei 50 bis 60° digerirt, wobei aber darauf zu achten ist, dass die Masse nicht an einer Stelle eintrocknet, weil sonst eine Explosion entstehen kann. Ist die Masse gehörig entfärbt, so filtrirt man die Lösung, den Rückstand muss man aber noch besonders hierbei auf Chlorsilber und Chlorblei untersuchen.

Die auf die eine oder andere Weise von den organischen Körpern befreite Substanz wird nun nach früher angegebenen Methoden untersucht. In sehr vielen hierher gehörenden Fällen, namentlich bei gerichtlich-chemischen Untersuchungen, kann man einen besonderen Weg zur Erkennung gewisser Substanzen einschlagen. In Folgendem werden einige dieser speciellen Untersuchungsweisen angeführt, wobei auch auf einige in dem frühern Abschnitt nicht erwähnte Alkaloide Rücksicht genommen wird.

Kupfer kann auf die Weise gefunden werden, dass in einen Theil der in den breiartigen Zustand versetzten Masse, nachdem sie durch Chlorwasserstoffsäure schwach angesäuert worden ist, ein Stück Eisenblech gelegt wird, welches durch jenes einen kupferrothen Ueberzug bekommt.

Quecksilber, indem in einen andern Theil der angesäuerten Masse ein Stück Kupferblech gelegt wird, welches dadurch weiss überzogen wird. Der Ueberzug muss aber beim Erhitzen verschwinden, weil Silber einen ähnlichen, jedoch nicht flüchtigen hervorbringen kann. Empfindlicher ist die Probe, wenn statt des Kupferblechs ein Goldblech angewandt wird, welches mit einer Spirale von Zinnfolie umgeben ist. Es entsteht jetzt ebenfalls ein weisser Ueber-

zug, welcher durch Kochen mit Salzsäure nicht, wohl aber durch Glühen verschwinden muss.

Arsenik kann noch auf folgende Weise sehr genau nachgewiesen werden: wenn die Masse mit $\frac{1}{12}$ bis $\frac{1}{6}$ ihres Gewichtes concentrirter Schwefelsäure in einer Retorte bis zur Auflösung erwärmt und dann bis zur Verkohlung erhitzt wird. Nach dem Erkalten setzt man zum Rückstand eine der angewandten Schwefelsäure gleiche Menge Salpetersäure, und erhitzt aufs Neue bis zur gänzlichen Verjagung der letzteren. Der Rückstand wird mit Wasser ausgekocht und die filtrirte Flüssigkeit in einen zur Wasserstoffgasentwicklung passenden Apparat gebracht.¹⁾ Das sich entwickelnde Arsenikwasserstoffgas wird durch eine Röhre geleitet, welche an einer Stelle stark erhitzt wird; der hier entstehende Arsenikspiegel wird nun auf die früher angegebene Weise untersucht (s. S. 4). Eine andere sehr gute Methode, Arsenik in einem Gemenge organischer Körper aufzufinden, besteht in Folgendem: Die zu untersuchende Masse wird mit dem gleichen Gewicht Chlornatriums in einer tubulirten Retorte, die nur bis zur Hälfte damit angefüllt werden darf, gemengt, der Hals der Retorte mit einer tubulirten Vorlage verbunden, von welcher eine zweischenklige Röhre in ein Glas geleitet wird, welches bis zur Hälfte mit destillirtem Wasser angefüllt ist und in einem Kühlgefäss sich befindet. Durch einen Sicherheitstrichter wird, nachdem der Apparat zusammengestellt ist, vor und nach concentrirte Schwefelsäure auf das Gemenge gegossen und dann gelinde mit der besonders anfangs zu beobachtenden Vorsicht erwärmt, dass kein Uebersteigen stattfindet. Es geht nun nebst Chlorwasserstoffsäure Arsenikchlorür über und zwar wird bei hinlänglich fortgesetztem Erhitzen das Arsenik quantitativ überdestillirt. Der grössere Theil hat sich in der ersten Vorlage verdichtet, ein Theil aber hat sich mit

¹⁾ S. Mitscherlich's Lehrbuch der Chemie, Bd. II. S. 831.

den Salzsäuredämpfen verflüchtigt und ist nun in dem zweiten Wasser haltenden Gefäss von dem Wasser aufgenommen worden. Aus beiden Flüssigkeiten kann das Arsenik nun auf beliebige Weise nachgewiesen werden. —

Kaustisches Kali oder **Natron** zeigen eine stark alkalische Reaction. Durch Alkohol können sie ausgezogen, und dann nach Verdampfen desselben wieder gewonnen werden; hierbei werden sie aber in kohlensaure Alkalien umgewandelt, worauf Rücksicht zu nehmen ist.

Kaustisches Ammoniak wird durch den Geruch und durch sein Verhalten gegen einen mit Salzsäure befeuchteten Glasstab erkannt, besonders wenn die Masse gelinde erwärmt wird.

Kohlensaures Kali und **Natron** verhalten sich ähnlich den kaustischen Alkalien, sie sind aber in Alkohol unlöslich. Ausserdem brausen sie beim Zusatz einer Säure stark auf.

Kohlensaures Ammoniak kann durch Destillation isolirt und dann im Destillat nachgewiesen werden.

Phosphor ertheilt der Masse die Eigenschaft, im Dunkeln zu leuchten und den ihm eigenthümlichen Geruch zu verbreiten. Durch Schwefelkohlenstoff kann er nach dem Eintrocknen der Masse aufgelöst und dann nach dem Verdunsten wieder gewonnen werden, wenn nicht zu gleicher Zeit Fette oder Oele zugegen waren. Durch heisses Wasser kann er ebenfalls abgeschlemmt und dann zu einem Klümpchen zusammengeschmolzen werden. Wird ein durch Schwefelsäure schwach angesäuertes phosphorhaltendes Gemenge mit Schwefel und Wasser erwärmt, so bildet sich Schwefelphosphor, der leicht schmelzbar ist, sich auf dem Boden des Gefässes absetzt, nach dem Erkalten leicht von den übrigen Gemengtheilen getrennt werden und dann daran erkannt werden kann, dass die Masse im Wasserbade erwärmt, leuchtet, stark raucht und beim stärkern Erwärmen unter den bekannten Erscheinungen verbrennt. Beim längern Stehen oxydirt er sich zu Phosphorsäure und phosphorichter Säure, welche

letztere besonders daran erkannt werden kann, dass Silberoxyd durch sie reducirt wird. Die geringste Menge ist durch Erhitzen der Masse mit Kali und Alkohol in einem mit einem passenden Entwicklungsrohr versehenen Kolben nachzuweisen, das sich hierdurch entwickelnde Phosphorwasserstoffgas charakterisirt sich durch seinen Geruch und durch seine Entzündlichkeit, ausserdem aber noch dadurch, dass es in eine salpetersaure Silberoxydlösung geleitet einen schwarzen Niederschlag bildet, indess die überstehende Flüssigkeit Phosphorsäure enthält.

Chlor lässt sich schon an seinem Geruch erkennen; es bleicht Lackmuspapier und färbt Jodkaliumkleister blau.

Brom ist ebenfalls an seinem Geruch erkennbar, färbt Stärke gelb, löst sich in Aether, der dadurch braun gefärbt wird. Man kann auch die Masse mit Kali ausziehen, die filtrirte Lösung abdampfen und glühen und nun den Rückstand nach S. 50 untersuchen.

Jod kann durch Alkohol ausgezogen und dann durch sein Verhalten gegen Stärke erkannt werden. Mit Kali ausgezogen, liefert die Flüssigkeit nach dem Abdampfen und Glühen Jodkalium, welches dann nach S. 51 zu untersuchen ist.

Schwefelsäure im freien Zustande mit organischen Körpern gemengt, schwärzt dieselben beim Erwärmen unter Entwicklung von schwefelichter Säure. Beim Digeriren mit metallischem Zink wird letzteres unter Wasserstoff-Entwicklung gelöst; eben so löst sich kohlensaure Magnesia unter Kohlensäure-Entwicklung auf. Nach dem Verdünnen mit Wasser kann man durch Abdampfen der filtrirten Flüssigkeit die gebildeten schwefelsauren Salze krystallisirt erhalten. Man kann auch die zu untersuchende Masse mit destillirtem Wasser erwärmen, die erhaltene Flüssigkeit mit Aether schütteln, wodurch die Säure aufgenommen wird und nach dem Verdunsten des Aethers zurückbleibt.

Salpetersäure, im freien Zustande mit organischen Körpern erwärmt, entwickelt salpetrichen Säure; eben so wird dieselbe gebildet, wenn die Masse mit metallischem Kupfer digerirt wird. Mit kohlensaurem Kalk digerirt, bildet sich unter Kohlensäure-Entwicklung salpetersaurer Kalk, welcher durch Abdampfen der Flüssigkeit im trocknen Zustand erhalten und dann in Alkohol gelöst werden kann.

Chlorwasserstoffsäure kann durch vorsichtige Destillation von den organischen Beimengungen getrennt und dann untersucht werden. Beim Digeriren mit Zink wird letzteres unter Wasserstoffgas - Entwicklung gelöst. Kohlensaure Baryterde wird unter Aufbrausen gelöst und liefert beim Abdampfen Chlorbaryum, welches dann näher untersucht werden kann.

Phosphorsäure kann durch Alkohol gelöst und dann durch die S. 44 angegebenen Reagentien erkannt werden.

Oxalsäure kann auf die Weise nachgewiesen werden, dass man das Gemenge mit Essigsäure auszieht, die Lösung mit Chlorcalcium versetzt und den erhaltenen Niederschlag durch Kochen mit kohlensaurer Natronlösung zersetzt; die hierbei erhaltene Lösung wird durch Salpetersäure schwach angesäuert und nun mit einer Auflösung von essigsaurem Bleioxyd so lange versetzt, als noch ein Niederschlag entsteht, dieser wird gut ausgewaschen und dann in Wasser suspendirt durch einen Strom von Schwefelwasserstoff zersetzt, das Schwefelblei wird abfiltrirt und die Flüssigkeit abgedampft, wobei zuletzt die Oxalsäure krystallisirt und dann näher untersucht werden kann. Sind ausserdem noch Erden zugegen, so kann man zum Ausziehen der Masse verdünnte Chlorwasserstoffsäure anwenden und dann auf eine ähnliche Weise verfahren.

Cyanwasserstoffsäure. Ist dieselbe im freien Zustande zugegen, so mengt man das zu untersuchende Gemenge mit dem doppelten Volumen starken Alkohols und destillirt

in einer tubulirten Retorte in einem Wasserbade, das Destillat wird in einer gut abgekühlten Vorlage aufgefangen. Sind zwei Drittel des ganzen Inhaltes der Retorte übergegangen, so setzt man zu der überdestillirten Flüssigkeit salpetersaure Silberlösung; entsteht hierdurch auch nach einiger Zeit kein Niederschlag, so ist keine freie Blausäure zugegen gewesen, entsteht aber ein solcher, so filtrirt man denselben ab, wäscht ihn aus und zersetzt ihn entweder durch Kochen mit Chlornatriumlösung oder durch Uebergiessen mit verdünnter Chlorwasserstoffsäure. Die abfiltrirte Flüssigkeit verwendet man zu folgenden Proben: Ein Theil derselben wird, wenn Chlorwasserstoffsäure zum Zersetzen verwandt worden, mit Kali neutralisirt; darauf eine Eisenoxyd haltende Eisenoxydullösung und dann Chlorwasserstoffsäure zugesetzt, wodurch ein blauer Niederschlag entstehen muss. Zu dem andern Theil setzt man gelbes Schwefelammonium und erwärmt; ist letzteres entfärbt worden, so setzt man Eisenchlorid hinzu, durch eine hierdurch entstehende blutrothe Färbung kann die Gegenwart der Blausäure, auch wenn dieselbe in sehr geringer Menge vorhanden war, bewiesen werden. War die Blausäure an ein Alkali gebunden, so setzt man zu der Masse vor der Destillation Weinsteinsäure und verfährt dann mit dem Destillat wie vorher. In letzterem Falle ist noch festzustellen, ob eine Eisencyanverbindung des Alkalis zugegen war.

Morphin ($\text{N } 34 \text{ C } 19 \text{ H } 6 \text{ O}$). Zur Entdeckung desselben zieht man die Masse mit Essigsäure aus, verdampft diesen Auszug zur Trockniss und behandelt den Rückstand mit Alkohol. Die alkoholische Lösung wird concentrirt, mit Ammoniak im Ueberschuss versetzt und mehrere Stunden an einen mässig warmen Ort hingestellt. Der entstandene Niederschlag kann nun auf verschiedene Weise untersucht werden. Mit Chlorwasserstoffsäure neutralisirt, muss derselbe eine schwerlösliche krystallinische Masse bilden; mit Salpetersäure übergossen, muss derselbe anfangs roth, dann

gelb, mit Eisenchlorid in der neutralen Lösung blau werden, und in Kali sich lösen.

Opium wird durch die Reaction auf Morphin und auf Meconsäure ($\text{Me} = 14\text{C H } 11\text{O}$) nachgewiesen. Zu dem Ende wird die Masse mit Essigsäure ausgezogen, der Auszug nach dem Abdampfen mit Alkohol erwärmt, und die hierdurch erhaltene Lösung mit basisch essigsaurem Bleioxyd so lange versetzt, als dadurch noch ein Niederschlag entsteht. Die filtrirte Lösung wird durch Schwefelwasserstoff vom Blei befreit und dann auf Morphin untersucht. Der durch das Bleisalz erhaltene Niederschlag wird in Wasser suspendirt, durch Schwefelwasserstoff das Blei gefällt, die Flüssigkeit nach dem Filtriren bis zur Verjagung des Schwefelwasserstoffs erwärmt und nun Eisenchlorid zugefügt; eine rothe Färbung, die durch Goldchlorid nicht zerstört wird, beweist Meconsäure. Durch diese Reaction, vereinigt mit der auf Morphin, ist die Gegenwart des Opiums bewiesen.

Strychnin ($2\text{N } 42\text{C } 22\text{H } 4\text{O}$). Zur Entdeckung desselben wird die zu untersuchende Masse im Wasserbade eingetrocknet und dann mit Alkohol ausgezogen, der Auszug wird mit einer alkoholischen Lösung von essigsaurem Bleioxyd gefällt, die Lösung filtrirt und durch Schwefelwasserstoff vom überschüssig zugesetzten Bleioxyd befreit, das Filtrat abgedampft und dann mit kohlensaurer Kalkerde im Ueberschuss versetzt, den Niederschlag zieht man mit kochendem Alkohol aus, den alkoholischen Auszug lässt man verdunsten, mengt etwas des hierbei bleibenden Rückstandes mit Bleisuperoxyd und giesst Schwefelsäure hinzu, die 1 Procent Salpetersäure enthält, wodurch eine violette Färbung entstehen muss, die dann in's Rothe und zuletzt in's Gelbe übergeht. Ein anderes Verfahren besteht darin, dass man die mit Wasser aufgeweichte Masse mit thierischer Kohle schüttelt und dann mehrere Stunden stehen lässt. Die Kohle wird nun auf einem Filtrum gesammelt und mit dem 4fachen Gewicht Alkohol ausgekocht, die alkoholische Flüs-

sigkeit wird destillirt; es bleibt nun in der Retorte eine unreine Lösung des Strychnins. Zur Reinigung desselben wird es mit etwas Kalilösung gemengt und mit Aether geschüttelt. Die ätherische Lösung hinterlässt beim Verdunsten auf einem Uhrglase das Strychnin, welches nun mit dem oben angegebenen Reagens oder auch noch auf die Weise untersucht werden kann, dass man die Masse mit concentrirter Schwefelsäure befeuchtet und einige Krystalle von chromsaurem Kali hineinlegt, wobei eine vorübergehende schöne violette Färbung entsteht.

Coniin ($\text{N } 16 \text{ C } 15 \text{ H}$). Wird dadurch nachgewiesen, dass man die Masse mit Kalkhydrat gemengt der Destillation unterwirft, das Destillat wird vorsichtig mit Schwefelsäure neutralisirt und die Flüssigkeit bis zur Syrupsconsistenz eingedampft, der Rückstand mit einem Gemenge von 1 Theil Aether und 2 Theilen Alkohol ausgezogen, der Auszug verdunstet und der Rückstand in einer Retorte mit Kali übergossen und wieder destillirt. Das Destillat wird nun am Geruch und daran erkannt, dass es mit concentrirter Schwefelsäure zuerst purpurroth, dann olivengrün, mit wenig Salpetersäure roth, mit einem Ueberschuss derselben unter Entwicklung von salpetricher Säure orange gelb, mit trockenem Gas von Chlorwasserstoffsäure zuerst gelb und dann indigoblau wird.

Nicotin ($\text{N } 10 \text{ C } 7 \text{ H}$). Die auf dieses leicht zersetzbare Alkaloid zu untersuchende Substanz wird mit Wasser, dem einige Tropfen Schwefelsäure zugesetzt sind, kalt geschüttelt, die Flüssigkeit filtrirt und im Wasserbade eingedampft, der Rückstand mit absolutem Alkohol ausgezogen und filtrirt. Das Filtrat wird mit Kali und Aether geschüttelt, die ätherische Lösung abgenommen, nach dem Verdunsten des Aethers bleibt Nicotin als ölige Flüssigkeit zurück, die einen starken Tabacksgeruch verbreitet, sehr scharfen brennenden Geschmack besitzt und auf Papier Fettflecken zurücklässt. Es ist in Wasser, Alkohol und

Aether löslich, wird durch Schwefelsäure anfangs roth gelöst, die Lösung schwärzt sich beim Erwärmen unter Entwicklung von schwefelichter Säure. Bei Annäherung von Chlorwasserstoffsäure entwickelt dasselbe Nebel, beim Erwärmen mit derselben wird es violett. Salpetersäure färbt dasselbe gelb, beim Erwärmen braun. Goldchlorid bildet damit einen röthlich gelben im Ueberschuss löslichen Niederschlag. Platinchlorid nach einiger Zeit gelbe Nadeln, Palladiumchlorür einen braunen im Ueberschuss löslichen Niederschlag; wird diese Lösung abgedampft, so entsteht ein farbloser Syrup, der durch Chlorwasserstoffsäure blutroth wird.

Bayerische
Staatsbibliothek
München



Sonnenschein, Franz Leopold,

Anleitung zur chemischen Analyse

Berlin 1855

Chem. 288 n

urn:nbn:de:bvb:12-bsb10073912-7